

# Auditoria Energética a Instalação Comercial

Joaquim Avelino Soares Gomes

Dissertação submetida para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia  
Mecânica – Energia

Instituto Superior de Engenharia do Porto  
Departamento de Engenharia Mecânica

9 de novembro de 2015





Relatório da Unidade Curricular de Dissertação/Projeto/Estágio do 2º ano do Mestrado em  
Engenharia Mecânica - Energia

Candidato: Joaquim Avelino Soares Gomes, Nº 1130246, 1130246@isep.ipp.pt  
Orientação Científica: Prof. Doutor Roque Filipe Mesquita Brandão, rfb@isep.ipp.pt

Mestrado em Engenharia Mecânica - Energia  
Departamento de Engenharia Mecânica



9 de novembro de 2015



*Para as pessoas mais importantes da minha vida...*



## *Agradecimentos*

Depois de ter chegado ao fim desta dissertação senti que deveria expressar os meus sinceros agradecimentos a algumas pessoas, que com o seu saber, me permitiram elaborar este trabalho.

Ao Professor Doutor Roque Brandão, pela orientação da presente dissertação e sua pronta disponibilidade.

Ao ISQ, ao Exmo. Diretor e ao Chefe de departamento pela oportunidade concedida, que direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho, quero expressar o meu agradecimento.

Aos colegas Eng.<sup>a</sup> Helena Lima ao Eng.<sup>o</sup> Pedro Fonseca e Eng.<sup>o</sup> Nuno Godinho do departamento de Energia do ISQ, pelo acompanhamento e partilha dos seus conhecimentos, que foram importantes para a minha formação nesta área.

Gostava de deixar um agradecimento especial à minha esposa e aos meus filhos, pela dedicação e compreensão ao longo destes anos, por todos os momentos que eu não estive presente e por acreditarem que seria possível este dia.



## *Resumo*

O setor da indústria destaca-se como um dos maiores consumidores de energia final em Portugal, representando cerca de 30% do consumo. Para fazer face a esta situação e no âmbito da Estratégia Nacional para a Energia foi criado, pelo Decreto-Lei n.º 71/2008, o Sistema de Gestão dos Consumos Intensivos de Energia (SGCIE), regulamento que classifica como Consumidoras Intensivas de Energia (CIE) as indústrias com um consumo anual superior aos 500 tep. Prevendo a elaboração de Planos de Racionalização dos Consumos de Energia (PREn), estabelecendo-se acordos de racionalização dos consumos com a Direção Geral de Energia e Geologia (DGEG) [1].

Atuando ao nível da eficiência energética o consumo de energia na indústria pode diminuir significativamente, para tal é necessário proceder-se à execução de auditorias energéticas e determinar as soluções mais adequadas de forma a reduzir os desperdícios e custos associados ao consumo de energia.

Nesta dissertação apresenta-se a realização de uma auditoria energética a uma instalação comercial, que assenta essencialmente em quatro etapas, nomeadamente: planeamento da intervenção, trabalho de campo, tratamento e análise da informação recolhida, elaboração do relatório da auditoria. A aplicação desta metodologia constitui uma grande ajuda na realização de auditorias energéticas conferindo uma maior qualidade à sua execução.

De forma a validar a metodologia utilizada nas auditorias energéticas foi realizado o estudo a uma instalação comercial que registou no ano 2013, um consumo energético inferior a 500 tep, contudo aderiu de forma voluntária ao Sistema de Gestão dos Consumos Intensivos de Energia (SGCIE), sendo obrigado a racionalizar o seu consumo de energia de acordo com as metas estabelecidas no SGCIE.

## *Palavras-Chave*

Energia, auditorias energéticas, indústria, eficiência energética.

## *Abstract*

The industry sector stands out as one of the largest final energy consumers in Portugal, it represents 30% of the consumption. To deal with this situation and in order of the National Strategy for Energy, it was created by Law Decree N°. 71/2008, “Sistema de Gestão dos Consumos de Energia, SGCIE” (Management System of Intensive Energy Consumption), regulation that classifies as Intensive Energy Consumers (CIE), the industries with the annual consumption is higher than 500 tep. Predicting the development of Rationalization Plans for Energy Consumption (PREn), and settling up rationalization consumption agreements by the “Direção Geral de Energia e Geologia (DGEG)” Energy and Geology General Board [1].

Working at the energy efficiency level, the industry consumption can decrease drastically, in order to that is required the implementation of energy audits and establish the most appropriate solutions, in order to reduce waste and costs related to energy consumption.

The purpose of this dissertation was to perform an energy audit to a commercial facility, which is essentially based on four stages, namely: planning, fieldwork, processing and analysis of information gathered, preparation of the audit report. Applying this methodology is a great help in carrying out energy audits, giving a higher quality for its implementation.

In order to validate the methodology applied in energy audits, it was conducted a study at a commercial facility that in 2013 was registered, an energy consumption below 500 tep, however it joined voluntarily to the Management System for Intensive Energy Consumption (SGCIE), being forced to rationalize their energy consumption in order to fulfill the goals established by SGCIE.

## *Keywords*

Energy, energy audits, industry, energy efficiency.

# Índice

<b>AGRADECIMENTOS .....</b>	<b>II</b>
<b>RESUMO .....</b>	<b>III</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>IV</b>
<b>ÍNDICE .....</b>	<b>V</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>IX</b>
<b>ÍNDICE DE TABELAS .....</b>	<b>XII</b>
<b>NOMENCLATURA .....</b>	<b>1</b>
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>5</b>
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO .....	5
1.2 OBJETIVOS .....	5
1.3 ORGANIZAÇÃO DO RELATÓRIO .....	6
<b>2. EFICIÊNCIA ENERGÉTICA.....</b>	<b>7</b>
2.1 INTRODUÇÃO .....	7
2.2 POLÍTICA ENERGÉTICA NACIONAL .....	8
2.2.1 <i>Energia Primária</i> .....	9
2.2.2 <i>Energia Final</i> .....	12
2.3 ESTRATÉGIA NACIONAL PARA A ENERGIA.....	13
2.4 PLANO NACIONAL DE AÇÃO PARA A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA (PNAEE) .....	14
2.5 LEGISLAÇÃO EM VIGOR PARA O SETOR DA INDÚSTRIA.....	17
2.5.1 <i>Decreto – Lei n.º 71/2008, de 15 de abril - SGCIE</i> .....	17
2.5.2 <i>Portaria n.º 519/2008, de 25 de junho – Credenciação de Técnicos e Entidades</i> .....	22
2.5.3 <i>Portaria n.º 1530/2008, de 29 de dezembro – Taxas ISP</i> .....	23
2.5.4 <i>Despacho n.º 17313/2008, de 26 de junho – Fatores de Conversão tep e Intensidade Carbónica</i> 24	
2.5.5 <i>Despacho n.º 17449/2008, de 27 de junho – Auditorias, PREn</i> .....	26
2.6 CONCLUSÕES .....	29
<b>3. AUDITORIA ENERGÉTICA .....</b>	<b>31</b>
3.1 INTRODUÇÃO .....	31
3.2 CONCEITO DE AUDITORIA ENERGÉTICA .....	31
3.3 TIPOS DE AUDITORIA ENERGÉTICA.....	32
3.3.1 <i>Auditoria Simples</i> .....	32
3.3.2 <i>Auditoria Completa</i> .....	32
3.4 INTERVENIENTES DE UMA AUDITORIA ENERGÉTICA.....	32

3.5	ETAPAS DE UMA AUDITORIA ENERGÉTICA .....	34
3.5.1	<i>Planeamento</i> .....	35
3.5.2	<i>Trabalhos de Campo</i> .....	36
3.5.3	<i>Tratamento da Informação Recolhida</i> .....	41
3.5.4	<i>Elaboração do Relatório da Auditoria Energética e PREn</i> .....	42
3.6	CONCLUSÕES.....	44
<b>4.</b>	<b>CASO DE ESTUDO.....</b>	<b>45</b>
4.1	INTRODUÇÃO.....	45
4.2	CARACTERIZAÇÃO GERAL DA EMPRESA .....	47
4.2.1	<i>Identificação da Empresa</i> .....	47
4.2.2	<i>Caracterização da Instalação</i> .....	48
4.2.3	<i>Regime de Laboração</i> .....	49
4.3	CARACTERIZAÇÃO DA PRODUÇÃO .....	49
4.4	CARACTERIZAÇÃO DOS CONSUMOS E CUSTOS DE ENERGÉTICOS .....	49
4.4.1	<i>Poderes Caloríficos Inferiores e Fatores de Emissão</i> .....	49
4.4.2	<i>Consumos e Custos Energéticos Anuais da Instalação</i> .....	50
4.4.3	<i>Análise aos Consumos Globais</i> .....	50
4.4.4	<i>Análise aos Consumos de Energia Elétrica</i> .....	50
4.4.5	<i>Análise do Consumo e Faturação de Energia Elétrica Reativa</i> .....	53
4.5	COMPONENTE ENERGÉTICA DOS CUSTOS.....	55
4.6	EVOLUÇÃO DOS CONSUMOS ENERGÉTICOS E DA PRODUÇÃO ANUAL.....	55
4.7	LEVANTAMENTO ENERGÉTICO À INSTALAÇÃO CIE .....	56
4.7.1	<i>Caracterização da Instalação Elétrica</i> .....	56
4.7.2	<i>Postos de Transformação</i> .....	58
4.7.3	<i>Sistemas de Alimentação de Emergência</i> .....	58
4.7.4	<i>Bateria de Condensadores</i> .....	59
4.7.5	<i>Caracterização dos Sistemas de Produção de Água Quente</i> .....	59
4.7.6	<i>Caracterização do Sistema de Climatização</i> .....	61
4.7.7	<i>Caracterização da Central de Frio</i> .....	65
4.7.8	<i>Caracterização da Iluminação Interior</i> .....	68
4.7.9	<i>Área de vendas (teto) e galeria</i> .....	69
4.7.10	<i>Área de Vendas (iluminação das gôndolas)</i> .....	71
4.7.11	<i>Área de Vendas (frutas e legumes)</i> .....	71
4.7.12	<i>Área de Vendas (Padaria)</i> .....	71
4.7.13	<i>Área de Vendas (zonas de atendimento, exceto Padaria)</i> .....	71
4.7.14	<i>Área de Vendas (iluminação dos expositores de frio)</i> .....	71
4.7.15	<i>Área de Vendas (iluminação da galeria)</i> .....	71
4.7.16	<i>Iluminação Exterior</i> .....	72
4.7.17	<i>Armazéns e Zonas técnicas</i> .....	72
4.7.18	<i>Parque de estacionamento subterrâneo</i> .....	72
4.7.19	<i>Caracterização de Outros Equipamentos</i> .....	77
4.8	RESULTADOS DO EXAME ENERGÉTICO.....	79
4.8.1	<i>Consumos de Energia Elétrica</i> .....	79

4.8.2	<i>Quadro Geral</i> .....	81
4.8.3	<i>Quadro Central de Frio</i> .....	81
4.8.4	<i>Quadro Galeria Comercial</i> .....	85
4.8.5	<i>Chiller</i> .....	86
4.8.6	<i>Quadro Escritórios</i> .....	87
4.8.7	<i>Quadro Elétrico Parque Estacionamento</i> .....	88
4.8.8	<i>Termoacumulador da zona de lavagens</i> .....	89
4.8.9	<i>Quadro Padaria</i> .....	90
4.8.10	<i>Forno de convecção</i> .....	91
4.8.11	<i>Quadro Venda Assistida</i> .....	92
4.8.12	<i>Quadro Elétrico do Ar Condicionado (Q. EAC0.1)</i> .....	93
4.8.13	<i>Iluminação</i> .....	94
4.8.14	<i>Avaliação das condições de temperatura ambiente</i> .....	100
4.8.15	<i>Medição do nível de Iluminância</i> .....	101
4.9	DESAGREGAÇÃO DOS CONSUMOS.....	103
4.9.1	<i>Desagregação dos Consumos Elétricos</i> .....	103
4.10	INDICADORES ENERGÉTICOS SGCIE .....	105
4.10.1	<i>Intensidade Energética</i> .....	105
4.10.2	<i>Consumo Específico</i> .....	105
4.10.3	<i>Intensidade Carbónica</i> .....	106
4.11	GESTÃO DE ENERGIA .....	107
4.12	MEDIDAS DE UTILIZAÇÃO RACIONAL DE ENERGIA (URE) JÁ IMPLEMENTADAS NA INSTALAÇÃO	108
4.13	OPORTUNIDADES DE REDUÇÃO DE CONSUMO (ORC' s).....	109
4.13.1	<i>Identificação das ORC' s</i> .....	109
4.13.2	<i>Desenvolvimento das ORC' s</i> .....	109
4.14	RECOMENDAÇÕES PARA UTILIZAÇÃO RACIONAL DE ENERGIA (URE) .....	116
4.14.1	<i>Identificação de Recomendações URE</i> .....	116
4.14.2	<i>Desenvolvimento das Recomendações URE</i> .....	117
4.15	PLANO DE RACIONALIZAÇÃO DE ENERGIA (PREN) .....	119
4.15.1	<i>Obrigatoriedade Legal do Plano</i> .....	119
4.15.2	<i>Ano de Referência</i> .....	120
4.15.3	<i>Período a que se refere o Plano de Racionalização</i> .....	120
4.16	INDICADORES ENERGÉTICOS NO ANO DE REFERÊNCIA .....	120
4.17	CÁLCULO DAS METAS MÍNIMAS NOS PRÓXIMOS 8 ANOS.....	120
4.17.1	<i>Intensidade Energética</i> .....	120
4.17.2	<i>Consumo Específico</i> .....	121
4.17.3	<i>Intensidade Carbónica</i> .....	121
4.18	SÍNTESE GLOBAL DAS ORC' S A SEREM IMPLEMENTADAS .....	121
4.19	CRONOGRAMA DE IMPLEMENTAÇÃO DAS ORC' S.....	122
4.20	INDICADORES PREVISTOS APÓS IMPLEMENTAÇÃO DAS MEDIDAS NOS 8 ANOS DE VIGÊNCIA DO PREN	122
4.20.1	<i>Consumo Específico</i> .....	122
4.20.2	<i>Intensidade Energética</i> .....	123

4.20.3	<i>Intensidade Carbónica</i> .....	124
<b>5.</b>	<b>CONCLUSÕES</b> .....	<b>125</b>
	<b>REFERÊNCIAS DOCUMENTAIS</b> .....	<b>127</b>

## *Índice de Figuras*

Figura 1	Taxa de dependência energética em Portugal, no período 2005 – 2012 [1].	9
Figura 2	Evolução da Taxa de dependência energética em Portugal, face à União Europeia no período 2008 – 2012 [3].	9
Figura 3	Consumo de Energia Primária (ktep) em Portugal, no período 2000 – 2012 [1].	10
Figura 4	Potência instalada das Centrais de produção de Energia Elétrica a partir de fontes de energia renováveis em Portugal – 2012 [1].	11
Figura 5	Energia elétrica produzida a partir de fontes de energia renováveis em Portugal – 2012 [1].	11
Figura 6	Consumo Energia Final por Setor de atividade em Portugal, entre 2008 e 2012 [3].	12
Figura 7	Consumo Energia Final por Setor (%) em Portugal, no período 2012 [1].	13
Figura 8	Programa original do PNAEE [6].	15
Figura 9	CIE $\geq 1000$ tep/ano [10].	19
Figura 10	CIE $< 1000$ tep/ano [10].	19
Figura 11	CIE Taxas aplicáveis [11].	20
Figura 12	Equivalências energéticas de referência [10].	26
Figura 13	Etapas de uma Auditoria Energética.	35
Figura 14	Etapas do Planeamento.	35
Figura 15	Etapas a realizar durante os trabalhos de campo.	36
Figura 16	Esquema do fluxo de energia térmica [16].	38
Figura 17	Esquema do fluxo de energia elétrica [17].	38
Figura 18	Estrutura do relatório da Auditoria Energética [36].	43
Figura 19	Fotografia aérea da instalação.	48
Figura 20	Variação do consumo e custo específico de Energia Elétrica em 2013.	52
Figura 21	Evolução dos Consumos de Energia Elétrica em 2013.	52
Figura 22	Distribuição do Consumo de Energia Elétrica por período tarifário.	53
Figura 23	Distribuição do consumo/fornecimento e do custo específico de Energia Reativa em 2013.	54
Figura 24	Distribuição dos custos de Energia Elétrica em 2013.	54
Figura 25	Variação do Consumo Energético e da “Produção” ao longo do ano de 2013.	55
Figura 26	Esquema simplificado da rede elétrica.	57
Figura 27	Transformador.	58
Figura 28	Geradores de emergência.	59
Figura 29	Baterias de condensadores.	59

Figura 30	Equipamentos de produção de AQS, bombas de circulação e depósito de acumulação.	61
Figura 31	Equipamentos do sistema de AVAC.....	63
Figura 32	Ventiladores de extração. ....	64
Figura 33	Ventiladores de insuflação. ....	64
Figura 34	Equipamentos da central de frio. ....	66
Figura 35	Identificação das luminárias/fiadas instaladas na instalação comercial. ....	70
Figura 36	Iluminação existente no interior da loja. ....	72
Figura 37	Distribuição por zona da potência instalada e consumo energético estimado em iluminação. ....	75
Figura 38	Quantidade instalada por tipo de lâmpada.....	76
Figura 39	Potência instalada por tipo de lâmpada. ....	76
Figura 40	Consumo anual estimado por tipo de lâmpada.....	77
Figura 41	Bombas do grupo hidropressor e da central de incêndios. ....	78
Figura 42	Compactadores de cartão.....	79
Figura 43	Diagrama de cargas do quadro geral da instalação.....	81
Figura 44	Diagrama de cargas da central de frio – Baixa temperatura.....	82
Figura 45	Diagrama de cargas da central de Baixa temperatura de 27 a 29 de Março 2014.....	83
Figura 46	Diagrama de cargas da central de frio – Média temperatura.....	84
Figura 47	Diagrama de cargas do quadro da galeria comercial.....	85
Figura 48	Diagrama de cargas do <i>chiller</i> .....	86
Figura 49	Diagrama de cargas do quadro dos escritórios. ....	87
Figura 50	Diagrama de cargas do Q.E.P.E. ....	88
Figura 51	Diagrama de cargas do termoacumulador. ....	89
Figura 52	Diagrama de cargas do quadro da padaria.....	90
Figura 53	Diagrama de cargas do forno.....	91
Figura 54	Diagrama de cargas do Q. V. Assistida. ....	92
Figura 55	Diagrama de cargas do Q. EAC0.1. ....	93
Figura 56	Diagrama de cargas do corte parcial iluminação 1.....	94
Figura 57	Diagrama de cargas do corte parcial iluminação 2.....	95
Figura 58	Diagrama de cargas do corte parcial iluminação 4.....	96
Figura 59	Diagrama de cargas do corte parcial iluminação 5.....	97
Figura 60	Diagrama de cargas do corte parcial iluminação 6.....	98
Figura 61	Diagrama de cargas do corte parcial iluminação 7.....	99
Figura 62	Evolução da temperatura ambiente – Área Vendas.....	100
Figura 63	Evolução da temperatura ambiente – Exterior. ....	100
Figura 64	Medição dos níveis de iluminância (lux) na área de vendas. ....	102
Figura 65	Desagregação do consumo de energia elétrica.....	104
Figura 66	Evolução do indicador Consumo Específico.....	123



Figura 67	Evolução do indicador Intensidade Energética. ....	124
Figura 68	Evolução do indicador Intensidade Carbónica. ....	124

## *Índice de Tabelas*

Tabela 1	Descrição dos diversos eixos da ENE 2020 [4].	14
Tabela 2	Resumo das poupanças totais alcançadas com o PNAEE [7].	16
Tabela 3	Resumo do PNAEE 2016 [7].	16
Tabela 4	Resumo dos impactos do PNAEE 2016 por programa [7].	17
Tabela 5	Poderes Caloríficos Inferiores e Fatores de Emissão para Combustíveis [14].	25
Tabela 6	Equipamentos de proteção individual utilizados em trabalho de campo.	39
Tabela 7	Equipamentos de medição utilizados em Auditorias Energéticas.	40
Tabela 8	Equipamentos de medição utilizados em Auditorias Energéticas (continuação).	41
Tabela 9	Resumo da evolução dos indicadores energéticos.	46
Tabela 10	Identificação da Empresa.	47
Tabela 11	Equivalentes Energéticos e de Emissão Carbônica.	49
Tabela 12	Consumos e custos de Energia Elétrica no ano de 2013.	50
Tabela 13	Consumos e custos de Energia Elétrica detalhados referente ao ano de 2013	50
Tabela 14	Consumos e custos de Energia Elétrica detalhados referente ao ano de 2013 (cont.)	51
Tabela 15	Consumos de Energia Ativa e custo Global no ano de 2013.	51
Tabela 16	Custo médio energético face à área de vendas.	55
Tabela 17	Características dos transformadores.	58
Tabela 18	Características do gerador de emergência.	58
Tabela 19	Características da bateria de condensadores.	59
Tabela 20	Características dos equipamentos de produção de água quente.	60
Tabela 21	Características das bombas de AQS.	60
Tabela 22	Parametrização dos equipamentos de climatização.	62
Tabela 23	Características dos equipamentos de climatização.	63
Tabela 24	Características dos ventiladores de extração.	63
Tabela 25	Características dos ventiladores de insuflação.	64
Tabela 26	Equipamento da Central de Frio (compressores e ventiladores).	66
Tabela 27	Evaporadores das câmaras frigoríficas.	67
Tabela 28	Características dos expositores de frio de conservação e congelação.	68
Tabela 29	Caracterização da iluminação existente.	73
Tabela 30	Caracterização da iluminação existente (cont.)	74
Tabela 31	Caracterização da iluminação existente nos expositores de frio.	74
Tabela 32	Quadro resumo da iluminação.	75
Tabela 33	Características das bombas de água.	78
Tabela 34	Características dos compactadores de cartão.	78

Tabela 35	Características do elevador.....	79
Tabela 36	Resumo dos resultados das medições elétricas. ....	80
Tabela 37	Resumo do consumo de energia ativa por quadro elétrico.....	99
Tabela 38	Resumo das medições de temperatura ambiente da área de vendas e exterior.....	101
Tabela 39	Resumo das medições do nível de iluminação. ....	103
Tabela 40	Desagregação do consumo de energia elétrica.....	104
Tabela 41	Consumos de Energia associados à área de vendas.....	104
Tabela 42	Intensidade Energética do ano de referência (2013). ....	105
Tabela 43	Consumo Específico no ano de referência (2013).....	106
Tabela 44	Intensidade Carbónica no ano de referência (2013). ....	106
Tabela 45	Quadro resumo da Medida 1. ....	110
Tabela 46	Quadro resumo da Medida 2. ....	111
Tabela 47	Quadro resumo da Medida 3. ....	111
Tabela 48	Quadro resumo da Medida 4. ....	112
Tabela 49	Quadro resumo da Medida 5. ....	112
Tabela 50	Quadro resumo da Medida 6. ....	113
Tabela 51	Quadro resumo da Medida 7. ....	114
Tabela 52	Quadro resumo da Medida 8. ....	115
Tabela 53	Quadro resumo da Medida 9. ....	116
Tabela 54	Indicadores Energéticos no ano de referência (2013). ....	120
Tabela 55	Meta de redução do indicador Intensidade Energética.....	120
Tabela 56	Meta de redução do indicador Consumo Específico. ....	121
Tabela 57	Meta de redução do indicador Intensidade Carbónica. ....	121
Tabela 58	Economias inerentes à implementação das ORC' s. ....	121
Tabela 59	Cronograma de implementação das ORC' s. ....	122
Tabela 60	Evolução do indicador Consumo Específico.....	122
Tabela 61	Evolução do indicador Intensidade Energética. ....	123
Tabela 62	Evolução do indicador Intensidade Carbónica. ....	124



# *Nomenclatura*

## **Abreviaturas**

ADENE	–	Agência para a Energia
AE	–	Auditoria Energética
AQS	–	Água Quente Sanitária
ARCE	–	Acordo de Racionalização dos Consumos de Energia
AVAC	–	Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado
BT	–	Baixa tensão
bt	–	Baixa temperatura (negativos)
CIE	–	Consumidor Intensivo de Energia
CEE	–	Consumo Específico de Energia
CRO	–	<i>Compressor Rack Optimization</i>
DGEG	–	Direção-Geral de Energia e Geologia
DGAIEC	–	Direção-Geral das Alfândegas e Impostos Especiais sobre o Consumo
E	–	Consumo Total de Energia
ENE	–	Estratégia Nacional para a Energia
FER	–	Fontes de Energias Renováveis
FE	–	Fatores de Emissão para Combustíveis
GEE	–	Gases de Efeito Estufa
ISP	–	Imposto Sobre Produtos Petrolíferos

IC	– Intensidade Carbónica
IE	– Intensidade Energética
MAT	– Muito Alta Tensão
MT	– Média Tensão
mt	– Média Temperatura (positivos)
ORC' s	– Oportunidades de Redução dos Consumos
P	– Produção
PCI	– Poder Calorífico Inferior
PNALE	– Plano Nacional de Atribuição de Licenças de Emissão
PNAEE	– Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética
Po	– Valor Provisório
POC	– Plano Oficial de Contas
PT	– Posto de Transformação
PREn	– Planos de Racionalização do Consumo de Energia
QGBT	– Quadro Geral de Baixa Tensão
RGCE	– Regulamento de Gestão do Consumo de Energia
RECS	– Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços
REH	– Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação
REP	– Relatório de Execução e Progresso
SARF	– Sistema Automático de Regulação de Fluxo

SGCIE	– Sistema de Gestão dos Consumos Intensivos de Energia
SCE	– Certificação Energética dos Edifícios
Tep	– Tonelada Equivalente de Petróleo
UTA	– Unidade de Tratamento de Ar
VAB	– Valor Acrescentado Bruto
VC	– Ventiloinvector
VE	– Ventiladores de Extração
VED	– Ventiladores de Desenfumagem
VI	– Ventilador de Insuflação





# 1. Introdução

## 1.1 Contextualização

A presente dissertação, Auditoria Energética a Instalação Comercial, foi efetuada em contexto empresarial no ISQ no ano 2014, durante o estágio profissional de 12 meses (2013/2014).

A auditoria foi desenvolvida no âmbito SGCIE racionalizando o consumo de energia da instalação, de acordo com as metas legais (Decreto - Lei n.º 71/2008, de 15 de Abril).

Nesse sentido o conceito de auditoria energética ganha relevância e torna-se fundamental desenvolver metodologias que apoiem a sua melhor execução.

## 1.2 Objetivos

O objetivo primordial da dissertação consiste na realização de uma auditoria energética a uma instalação comercial, que por motivos de confidencialidade não será possível identificar.

A realização deste trabalho passa pela caracterização dos consumos energéticos através de um exame detalhado às condições de utilização de energia e os dados recolhidos, permitem

avaliar o desempenho energético da instalação. Para atingir este objetivo, foi necessário desenvolver competências, nomeadamente:

- Compreensão dos conceitos associados à eficiência energética;
- Desenvolvimento de competências em eficiência energética;
- Familiarização com os processos de auditoria e ferramentas de cálculo existentes;
- Identificação e o estudo de medidas para a redução de consumos energéticos;
- Definição de tempos de retorno para as medidas propostas.

### **1.3 Organização do Relatório**

A presente dissertação está organizada em 5 capítulos.

O capítulo 1 identifica o enquadramento e os objetivos principais do trabalho, terminando com um resumo dos capítulos da dissertação.

O capítulo 2 apresenta a caracterização energética em Portugal, onde são feitas referências às evoluções dos consumos de energia primária e de energia final. É ainda realizada uma descrição geral da Estratégia Nacional para a Energia e do Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética. Por fim, uma abordagem à legislação nacional sobre auditorias energéticas na indústria.

No capítulo 3 é apresentada uma abordagem geral sobre as auditorias energéticas, as definições e os seus objetivos. São referidos também os tipos de auditorias energéticas existentes, os intervenientes no processo e a metodologia utilizada, nomeadamente as etapas a realizar numa auditoria energética no setor da indústria.

No capítulo 4 é apresentado o caso de estudo e a análise da auditoria energética efetuada à instalação comercial. É apresentada a descrição geral da instalação bem como os principais consumidores de energia.

O último capítulo apresenta as principais conclusões do trabalho e perspetiva o desenvolvimento de trabalhos a realizar no futuro.

## 2. Eficiência Energética

### 2.1 Introdução

A eficiência energética é hoje um dos fatores primordiais para o controlo efetivo de custos nas empresas. A auditoria energética é uma imagem da instalação que incide sobre as condições de utilização de energia e as medidas propostas na auditoria promovem o aumento da eficiência energética, assumindo assim, um papel fundamental para uma maior consciência de todos os fatores que influenciam o consumo energético [2].

O equilíbrio das economias mundiais depende essencialmente do sector energético, devido ao forte impacto ambiental causado pelo consumo de combustíveis fósseis, como o carvão e o petróleo. O consumo destes combustíveis gera um nível considerado de Gases com Efeito Estufa (GEE), em particular, o CO<sub>2</sub>, relacionado diretamente com as alterações climáticas.

Nesse sentido a política energética tem como objetivo o crescimento económico, a competitividade e a sustentabilidade ambiental, os pilares fundamentais desta estratégia.

Portugal apresenta uma elevada dependência energética externa, apesar de ter vindo a apresentar uma evolução positiva face aos últimos anos.

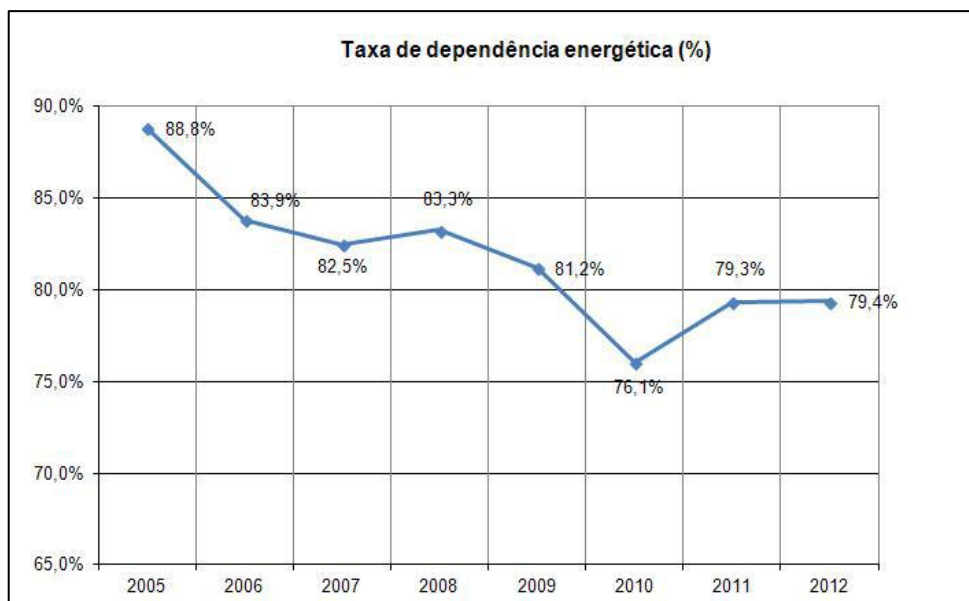
Foi estabelecido para Portugal, uma redução no consumo de energia primária de 25% e uma redução de 30% para a Administração Pública, no horizonte de 2020. Em relação à energia proveniente de fontes endógenas renováveis o objetivo fixou-se em 31% do consumo final bruto de energia e 10% da energia utilizada nos transportes. Com estas metas pretende-se continuar a reduzir a dependência energética do país e garantir a segurança de abastecimento, promovendo assim o consumo energético equilibrado [5].

## **2.2 Política Energética Nacional**

Segundo a DGEG, Portugal é um país com escassos recursos energéticos fósseis endógenos, nomeadamente, aqueles que asseguram as necessidades energéticas da maioria dos países desenvolvidos (como o petróleo, o carvão e o gás natural) [1].

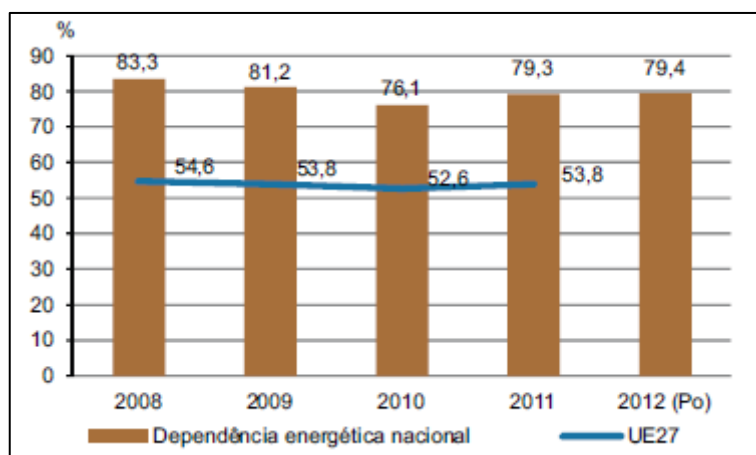
A escassez de recursos fósseis conduz a uma elevada dependência energética do exterior (79,4% em 2012), nomeadamente das importações de fontes primárias de origem fóssil. Nesse sentido devemos aumentar a contribuição das energias renováveis: hídrica, eólica, solar, geotérmica e biomassa.

Como se pode verificar na Figura 1, a taxa de dependência energética tem vindo a diminuir desde 2005. O valor mais elevado da década registou-se no ano de 2005 devido à baixa produtibilidade das centrais hídricas, resultado de um ano hidrológico muito seco. A subida registada em 2011 foi resultado, sobretudo, do aumento do consumo de carvão na produção de energia elétrica, para compensar a redução na produção hídrica.



**Figura 1** Taxa de dependência energética em Portugal, no período 2005 – 2012 [1].

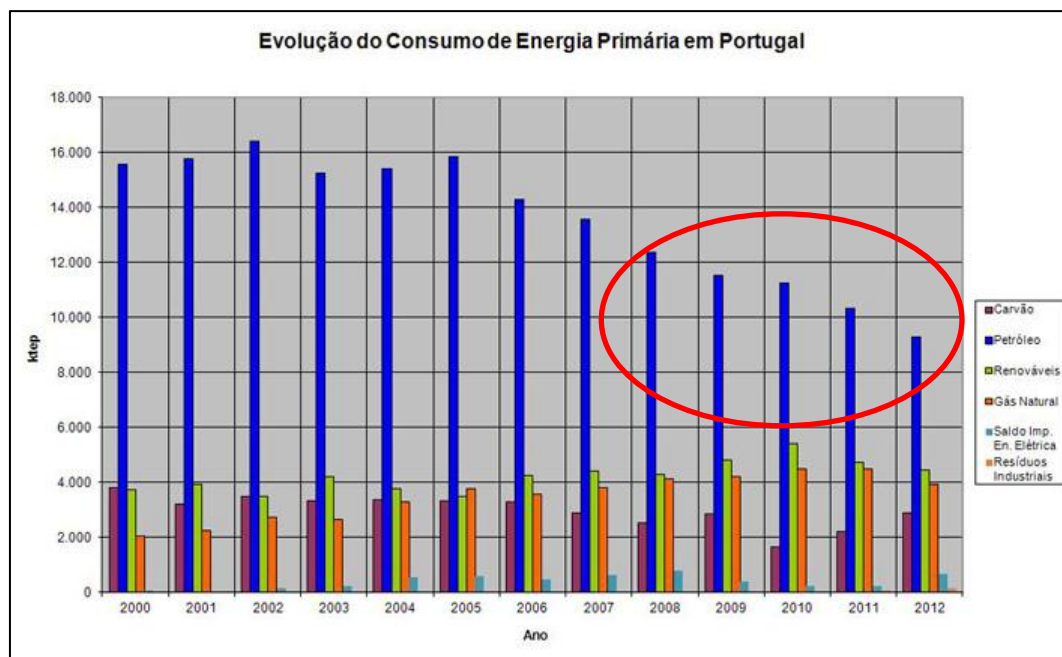
Portugal apresenta uma elevada dependência energética como se pode verificar na Figura 2, situando-se muito acima da média da União Europeia, que, em 2011, foi 53,8%. Este indicador aumentou desde 2010, motivado pelo aumento já referido do consumo de carvão [3].



**Figura 2** Evolução da Taxa de dependência energética em Portugal, face à União Europeia no período 2008 – 2012 [3].

### 2.2.1 Energia Primária

Na Figura 3 pode-se verificar a evolução do consumo de energia primária em Portugal por fonte energética, no período 2000-2012.



**Figura 3** Consumo de Energia Primária (ktep) em Portugal, no período 2000 – 2012 [1].

Em 2012, o consumo de energia primária em Portugal foi 21.474 ktep, tendo decrescido de forma gradual durante o período de 2008 a 2012 em cerca de 11,3%, este decréscimo deveu-se à conjuntura socioeconómica nacional e internacional que se tem vindo a atravessar.

A evolução do consumo primário sentido neste período foi acompanhada pelo decréscimo das importações líquidas de energia primária, encontrando-se diretamente relacionada com a redução no consumo de petróleo no período em análise [1].

O petróleo mantém um papel primordial no consumo de energia primária em Portugal, representando 43,3% do consumo total em 2012, contra 46,8% em 2011.

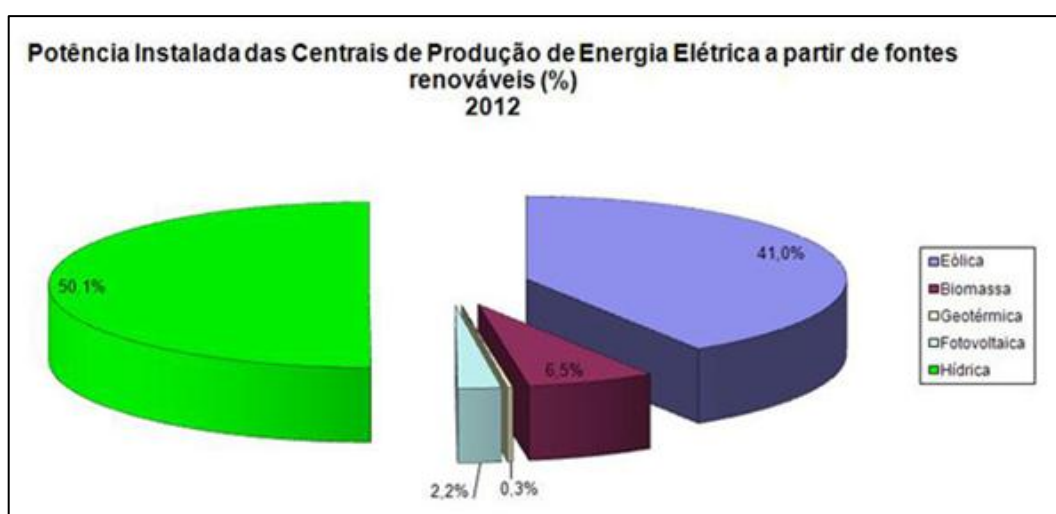
O gás natural surge como fonte energética alternativa, registando-se uma evolução positiva 15,1% em 2007, 20,3% em 2011 e 18,4% em 2012, seguido do carvão com 13,6%.

Prevê-se uma redução progressiva na percentagem de carvão utilizada na produção de eletricidade, devido ao seu impacto nas emissões de CO<sub>2</sub>, apesar de em 2011 e 2012 ter aumentado significativamente [3].

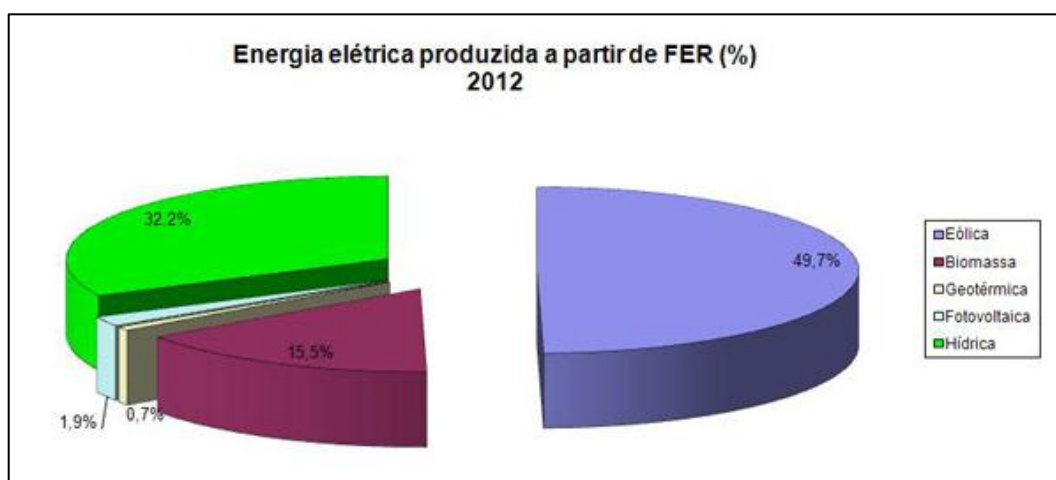
O contributo das Fontes de Energias Renováveis (FER) no consumo total de energia primária, no ano 2012, foi de 20,8% contra 21,4% registado em 2011.

Em 2012, cerca de 78,4% da energia primária consumida foi importada, sendo 75,2% a partir de combustíveis fósseis como o petróleo, gás natural e o carvão, 20,8% a partir de fontes renováveis, e os restantes 3,9% são provenientes dos resíduos industriais e da eletricidade importada.

Em relação à Figura 4 as energias renováveis atingiram em 2012, 11.054 MW de potência instalada sendo 5.539 MW (50,1%) em hídrica, 713 MW (6,5%) em biomassa, 4.531 MW (41%) em eólica, 29 MW (0,3%) em geotérmica e 242 MW (2,2%) em fotovoltaica. Em 2012 foram produzidos 20.654 GWh de energia elétrica a partir de FER [1].



**Figura 4** Potência instalada das Centrais de produção de Energia Elétrica a partir de fontes de energia renováveis em Portugal – 2012 [1].



**Figura 5** Energia elétrica produzida a partir de fontes de energia renováveis em Portugal – 2012 [1].

Em termos relativos, a potência instalada de energia hídrica representou, em 2012, cerca de 50,1% da potência instalada total e a energia eólica cerca de 41,0%.

### 2.2.2 Energia Final

O consumo de Energia Final, em 2012, atingiu o valor de 15.591 ktep, menos 15,1% face a 2008 e 5,6% em relação a 2011. Registou-se uma diminuição do consumo de petróleo de 10,1%, de 4,4% na eletricidade e de 0,9% no gás natural. O consumo de produtos petrolíferos representou 48% em 2012 [3].

Em termos evolutivos, verifica-se na Figura 6 em relação ao ano 2009 uma diminuição no consumo de energia final no sector industrial de 11,5%, motivada pela crise económica mundial, esta situação não afetou os outros setores. Em 2010, verifica-se a retoma económica industrial promovendo o aumento do consumo final de energia, que foi de 8,7% [3].

Com a recessão económica nacional, a partir de 2011 todos os setores apresentaram uma diminuição no consumo final de energia. Destacando-se a variação negativa em 2011, face a 2010, no setor industrial 11,4% e no setor dos transportes 6,8%, assim como a observada em 2012, face a 2011, no setor da construção e obras públicas 21,3% e dos transportes 8,6% [3].

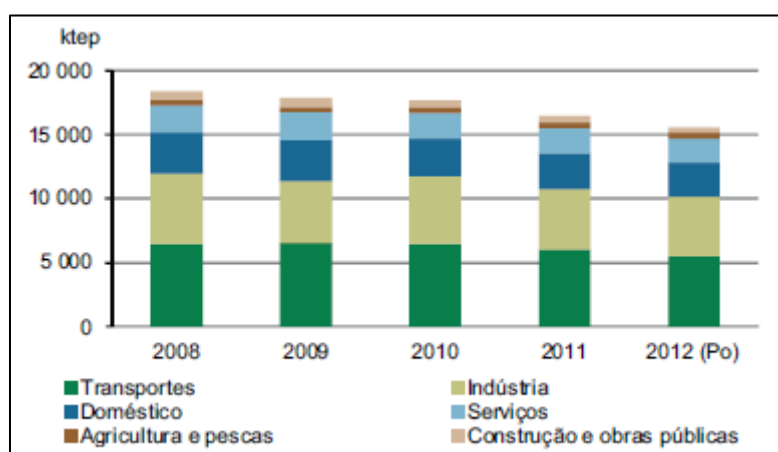
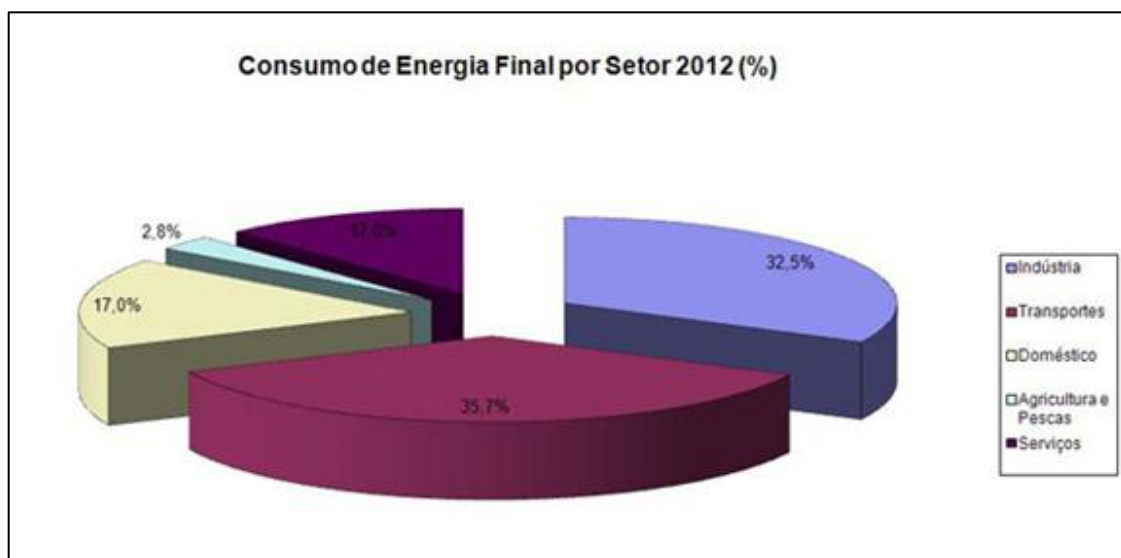


Figura 6 Consumo Energia Final por Setor de atividade em Portugal, entre 2008 e 2012 [3].





**Figura 7** Consumo Energia Final por Setor (%) em Portugal, no período 2012 [1].

Em 2012, a desagregação do consumo nos principais setores de atividade económica relativamente ao consumo final de energia, foi de 32,5% na Indústria, 35,7% nos Transportes, 17% no Doméstico, 12% nos Serviços e 2,6% na Agricultura e Pescas. Constata-se assim, que o setor da Indústria e dos Transportes são os principais consumidores de energia final como se verifica na Figura 7 [1].

### 2.3 Estratégia Nacional para a Energia

A Resolução do Conselho de Ministros n.º 29 aprovou a Estratégia Nacional para a Energia a 15 de Abril de 2010, que substitui a anterior Resolução do Conselho de Ministros n.º 169 aprovada em de 24 de Outubro de 2005 [4].

A Estratégia Nacional para a Energia definida para 2020 definida como (ENE 2020) tem como objetivo os seguintes pontos:

- Reduzir a dependência energética do País face ao exterior para 74 %;
- Garantir o cumprimento dos compromissos assumidos por Portugal no contexto europeu;
- Reduzir em 25 % o saldo importador energético com a energia produzida a partir de fontes endógenas;
- Criar riqueza e consolidar um *cluster* energético no setor das energias renováveis em Portugal;

- Desenvolver um *cluster* industrial associado à promoção da eficiência energética;
- Promover o desenvolvimento sustentável.

Nesse sentido foram adotadas medidas na ENE 2020 que visam relançar a economia e promover o emprego, apostar na investigação e desenvolvimento tecnológico e aumentar a nossa eficiência energética, focando-se sobre cinco eixos fundamentais descritos na Tabela 1 [4] [5].

**Tabela 1 Descrição dos diversos eixos da ENE 2020 [4].**

Eixo 1 – Agenda para a competitividade, o crescimento e a independência energética e financeira	Criação de valor e emprego através da dinamização dos diferentes setores da economia.
Eixo 2 – Aposto nas energias renováveis	Redução da dependência externa e aumento da segurança de abastecimento através da intensificação e diversificação das energias renováveis no conjunto de fontes de energia que abastecem o País.
Eixo 3 – Promoção da eficiência energética	Redução de consumo da energia final em 20% no ano de 2020, garantindo a consolidação da promoção da eficiência energética.
Eixo 4 – Garantia da segurança de abastecimento	Manutenção da política de diversificação do <i>mix</i> energético, assegurando a segurança de abastecimento.
Eixo 5 – Sustentabilidade económica e ambiental	Redução das emissões de CO <sub>2</sub> promovendo a sustentabilidade económica e ambiental.

As opções adotadas na ENE 2020 pretende manter Portugal na fronteira tecnológica das energias alternativas, permitam assim diminuir a dependência energética do exterior e reduzir as emissões de GEE [5].

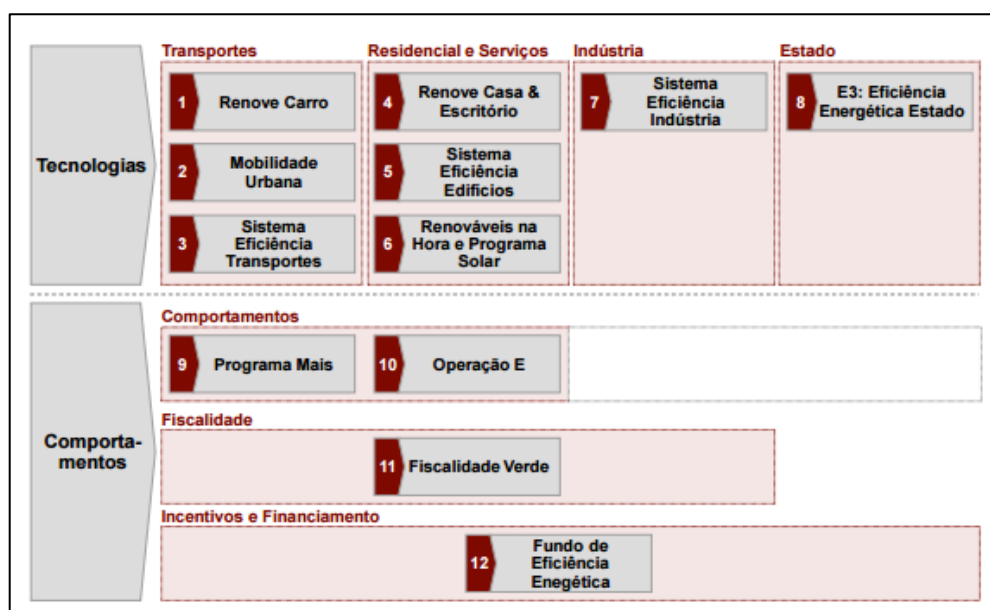
## **2.4 Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética (PNAEE)**

No âmbito da aprovação da primeira Estratégia Nacional para a Energia 2005 surge o Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética PNAEE, aprovado pela Resolução do Conselho de Ministros nº 80 de 20 de Maio de 2008, contempla um conjunto de medidas que visam reduzir o consumo final de energia em 10 % até 2015.

Estas medidas abrangem quatro áreas do segmento maioritariamente tecnológico, como o setor dos transportes, residencial e serviços, indústria e Estado, estabelecendo como áreas

transversais de atuação os comportamentos, a fiscalidade, os incentivos e os financiamentos.

Na Figura 8 identificam-se as áreas de atuação mencionadas anteriormente e os respetivos programas [2].



**Figura 8 Programa original do PNAEE [6].**

A Estratégia Nacional para a Energia, veio posteriormente definir uma meta de redução de consumo da energia final de 20% até 2020. O atual Governo Constitucional definiu uma meta mais ambiciosa, correspondente a uma redução de consumo da energia primária em 25% até 2020.

Para se efetuar esta revisão foi necessário executar uma análise do impacto estimado pelas medidas previstas no PNAEE, tendo em conta as economias de energia geradas até ao ano de 2010 e teve como referência a média o consumo energético final nacional durante o período de 2001 a 2005, concluindo-se que 49% do objetivo ambicionado aquando da implementação do PNAEE foi cumprido e que o setor dos edifícios é o que apresenta maior quantidade de energia poupada, tal como se pode observar na Tabela 2 [7].

**Tabela 2 Resumo das poupanças totais alcançadas com o PNAEE [7].**

Área	Energia poupada (tep)	Meta 2016 (tep)	Execução em relação à meta de 2016
Transportes	252.959	1.501.305	49%
Residencial e Serviços	267.008		
Indústria	177.895		
Estado	9.902		
Comportamentos	21.313		
Total PNAEE	729.077		

Tendo por base as áreas, programas e medidas do PNAEE de 2008, o PNAEE 2016 passa a abranger seis áreas específicas: Transportes, Residencial e Serviços, Indústria, Estado, Comportamentos e Agricultura. Estas áreas agregam um total de 10 programas, que integram um leque de medidas de melhoria da eficiência energética, orientadas para a procura energética que de uma forma quantificável e monitorizável, visam alcançar os objetivos propostos, como indicado na Tabela 3 [7].

**Tabela 3 Resumo do PNAEE 2016 [7].**

Área	Programa	Objetivo
Transportes	Eco Carro	Melhorar a eficiência energética dos veículos.
	Mobilidade Urbana	Incentivar a utilização de transportes coletivos em detrimento do transporte individual motorizado, em especial nas zonas urbanas.
	Sistema de Eficiência Energética nos Transportes	Dinamizar a utilização das redes ferroviárias de passageiros e efetuar a gestão energética das frotas de transportes.
Residencial e Serviços	Renove Casa e Escritório	Potenciar a eficiência energética na iluminação, eletrodomésticos e na reabilitação de espaços.
	Sistema de Eficiência Energética nos Edifícios	Proceder certificação energética nos edifícios através do Sistema de Certificação Energética.
	Solar Térmico	Promover uma maior integração de fontes de energia renovável nos edifícios, equipamentos residenciais e de serviços.
Indústria	Sistema de Gestão dos Consumos de Energia	Proceder revisão do Sistema de Gestão de Consumos Intensivos de Energia e melhorar a eficiência do processo industrial
Estado	Eficiência Energética no Estado	Economizar energia através da Certificação Energética dos Edifícios do Estado e de Contratos de Gestão de Eficiência Energética, dos Planos de Ação de Eficiência Energética, da Gestão da Frotas de Transporte e da Iluminação Pública.
Comportamentos	Comunicar Eficiência Energética	Promover hábitos e atitudes de consumidores mais eficientes do ponto de vista energético, tais como a recomendação de produtos eficientes e a realização de campanhas de sensibilização e comunicação.
Agricultura	Eficiência no Setor Agrário	Agrupar e dinamizar as ações realizadas no setor agrário com vista à redução de consumos energéticos.

O PNAEE prevê uma poupança na ordem dos 8,2%, próxima da meta indicativa definida pela União Europeia de 9% de poupança de energia até 2016. Na Tabela 4 pode-se verificar os diversos potenciais de economia distribuídos pelos diferentes programas.

**Tabela 4 Resumo dos impactos do PNAEE 2016 por programa [7].**

Programa	Potenciais Economias (tep)	%	Meta 2016 (tep)
Transportes	344.038	23%	1.501.305
Residencial e Serviços	634.265	42%	
Indústria	365.309	24%	
Estado	106.380	7%	
Comportamentos	21.313	1%	
Agricultura	30.000	2%	

## 2.5 Legislação em Vigor para o Setor da Indústria

No âmbito da Estratégia Nacional para a Energia foi criado, pelo Decreto-Lei n.º 71/2008, o Sistema de Gestão dos Consumos Intensivos de Energia (SGCIE), regulamento que classifica como Consumidoras Intensivas de Energia (CIE) as indústrias com um consumo anual superior aos 500 tep [8].

O SGCIE prevê ainda a elaboração de Planos de Racionalização dos Consumos de Energia (PREn), estabelecendo-se acordos de racionalização desses consumos com a Direção Geral de Energia e Geologia (DGEG), que contemplem objetivos mínimos de eficiência energética, associando ao seu cumprimento, os operadores podem usufruir de incentivos.

### 2.5.1 Decreto – Lei n.º 71/2008, de 15 de abril - SGCIE

O Decreto-Lei n.º 71/2008, de 15 de Abril, revoga o Decreto-Lei nº 58/82 (RGCE), regula o sistema de gestão dos consumos intensivos de energia, com o objetivo de promover a eficiência energética e monitorizar os consumos energéticos das instalações consumidoras intensivas de energia (CIE), contribuindo para a diminuição do nível de emissões de gases com efeito de estufa.

O diploma define quais as instalações CIE, estendendo a sua aplicação a um conjunto mais abrangente de empresas e instalações.

- Aplica-se às instalações CIE que no ano civil anterior obtiveram um consumo energético superior a 500 tep/ano;
- Pode ser aplicável às empresas que, embora não sendo consideradas CIE, pretendam, de forma voluntária, celebrar acordos de racionalização de consumo de energia.

O presente decreto-lei não se aplica:

- Às empresas do setor dos transportes, aplicando-se a portaria nº. 228/90, de 27 de Março;
- Edifícios sujeitos ao SCE, REH ou RECS, Decreto-Lei 118/2013, de 20 de Agosto, exceto os integrados na área de uma instalação CIE;
- Instalações de cogeração juridicamente autónomas dos respetivos consumidores de energia;
- Às instalações CIE sujeitas ao PNALE [9].

O atual diploma prevê que as CIE realizem, periodicamente, auditorias energéticas e promovam o aumento da eficiência energética, incluindo a utilização de fontes de energia renováveis.

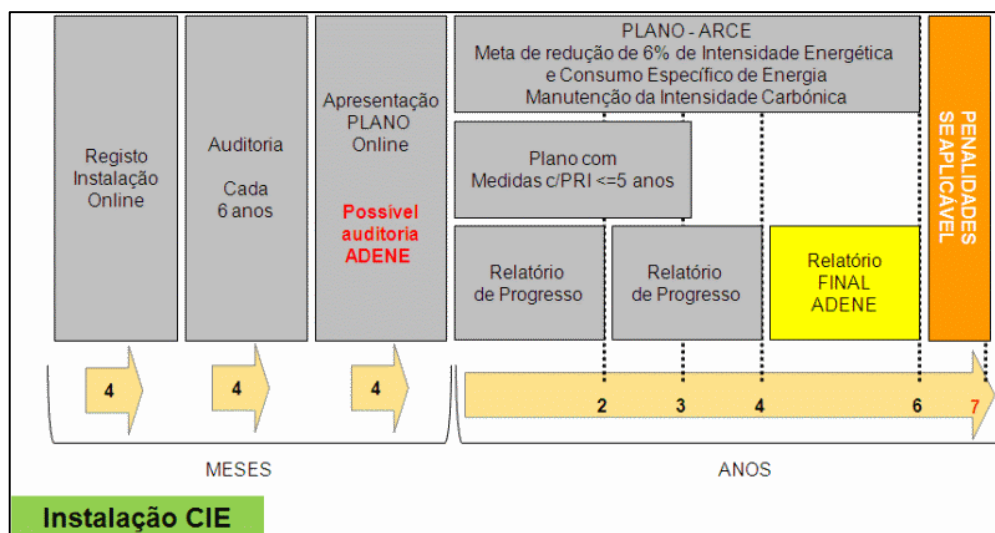
Está previsto também, a execução do PREn, estabelecendo acordos de racionalização desses consumos com a DGEG, que permitam atingir as metas de redução de consumos de energia. O PREn é efetuado com base nos relatórios das auditorias energéticas obrigatórias e deve prever medidas realísticas que levam à redução dos consumos da instalação [9].

Deve ainda, estabelecer metas relativas à Intensidade Energética (IE) e Carbónica (IC), com base nas medidas previstas, as metas a considerar no PREn para os indicadores anteriores são as seguintes:

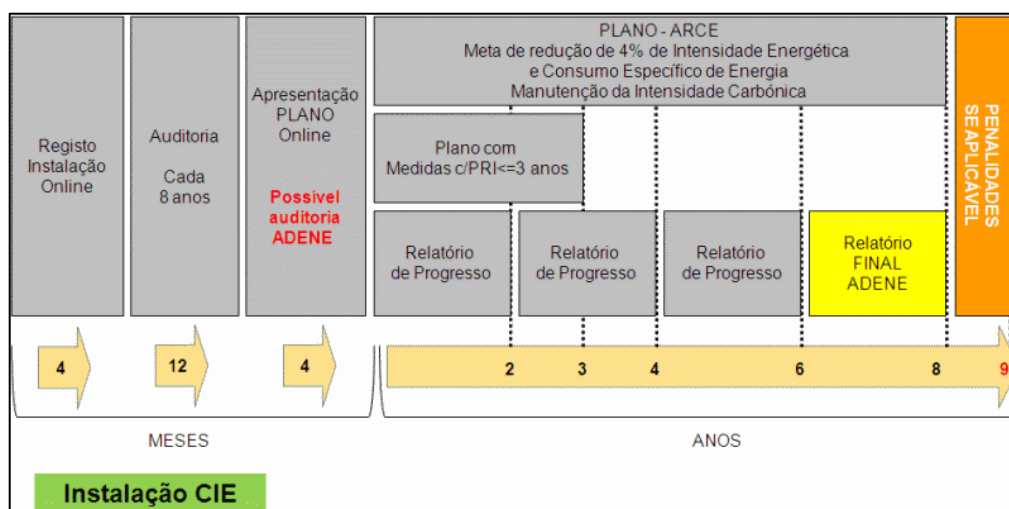
- Para a intensidade energética, no mínimo, uma melhoria de 6 % em seis anos, quando se trate de instalações CIE igual ou superior a 1000 tep/ano, ou melhoria de 4 % em oito anos para as restantes instalações;

- Para a intensidade carbónica, no mínimo, a manutenção dos valores históricos da mesma.

A Figura 9 e a Figura 10 apresentam os planos de aplicação do SGCIE, de acordo com o nível de consumo da instalação.



**Figura 9** CIE  $\geq 1000$  tep/ano [10].



**Figura 10** CIE  $< 1000$  tep/ano [10].

O operador de instalações abrangidas por um Acordo de Racionalização dos consumos de Energia (ARCE) beneficia dos seguintes estímulos e incentivos à promoção da eficiência energética:

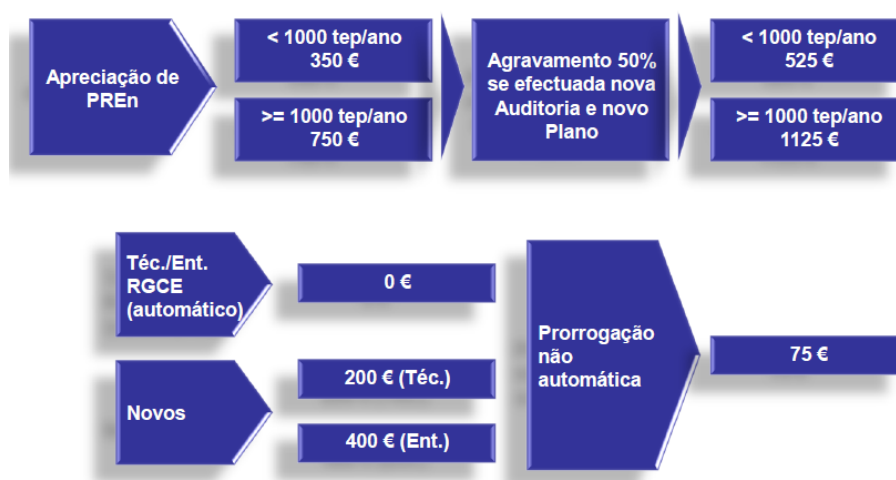
- 25% dos investimentos realizados em equipamentos e sistemas de gestão e monitorização dos consumos de energia (limite de 10.000€);

- Para empresas que usem apenas gás natural e ou energias renováveis, os limites são majorados em 25% nas renováveis ou 15% no caso do gás natural;
- Isenção de ISP para instalações sujeitas ao PNALE ou a um Acordo de Racionalização dos Consumos de Energia (ARCE);
- No caso de CIE com consumos inferiores a 1.000 tep/ano, podem ainda ser ressarcidos de 50% do custo das auditorias obrigatórias (limite de 750€) desde que, a partir do relatório de execução e progresso, se verifique o cumprimento de pelo menos 50% das medidas previstas no ARCE [11].

O não cumprimento do ARCE, ou das metas por ele definidas e a não recuperação dos desvios no ano seguinte ao Relatório de Execução de Progresso (REP) Final, implica as seguintes penalidades:

- O Desvio  $\geq 25\%$  pagamento do montante de € 50 por tep/ano não evitado, o qual é agravado em 100 % em caso de reincidência;
- O Desvio  $\geq 50\%$  pagamento do montante de € 50 por tep/ano não evitado, bem como, a devolução dos apoios concedidos;
- Reembolso de 75% com a recuperação, no ano seguinte à aplicação da penalidade dos desvios que levaram à sua aplicação [11].

São devidas taxas pelos atos e nos montantes a seguir indicados na Figura 11.



**Figura 11 CIE Taxas aplicáveis [11].**



Neste quadro, o presente decreto-lei define os intervenientes do SGCIE, nomeadamente, a DGEG, a Direção-Geral das Alfândegas e Impostos Especiais sobre o Consumo (DGAIEC), a Agência para a Energia (ADENE) e os operadores que exploram instalações CIE, bem como os técnicos credenciados ao serviço destes [9].

Os intervenientes do SGCIE têm competências e funções distintas, discriminadas seguidamente.

A DGEG tem como função, a supervisão e fiscalização do funcionamento do SGCIE, nomeadamente:

- Analisar e aprovar os PREn, convertendo-os em ARCE;
- Analisar e aprovar os pedidos de credenciação de Técnicos e Entidades;
- Comunicar a existência de ARCE à DGAIEC, para efeitos de ISP;
- Solicitar novas auditorias relativas aos PREn que não permitam a definição de objetivos de melhoria da intensidade energética;
- Assegurar a fiscalização do cumprimento das obrigações do operador [11].

A DGAIEC tem a competência de:

- Concessão e controlo das isenções do ISP.

A ADENE tem a Gestão operacional do SGCIE, nomeadamente:

- Assegurar o regular funcionamento do SGCIE, incluindo o Portal;
- Organizar e manter o registo das instalações CIE;
- Receber os PREn, submetendo-os à análise e aprovação da DGEG;
- Receber os elementos para credenciação dos Técnicos e Entidades, submetendo-os à análise e aprovação da DGEG;
- Assegurar a realização de novas auditorias a pedido da DGEG;
- Assegurar a elaboração do Relatório Final de execução de cada PREn [11].

Os Operadores que exploram as instalações têm como objetivo:

- Promover o registo das instalações;

- O Operador tem um prazo de 4 meses para promover o registo através de formulário *online*, disponível no site da ADENE;
- Efetuar auditorias energéticas, promover o aumento global da eficiência energética, substituição por fontes de energia de origem renovável e redução da fatura energética;
- Elaborar PREn, com base nas auditorias, visando o aumento global da eficiência energética, apresentando-os à ADENE;
- Executar e cumprir os PREn aprovados, sob responsabilidade técnica de um técnico credenciado;
- Manter um registo atualizado pelo qual se possam verificar, periodicamente, os desvios em relação às metas estabelecidas;
- Apresentar REP, a cada 2 anos de vigência do ARCE, sobre o seu estado de implementação, no período a que respeita o relatório. Em cada um deles devem constar as metas e objetivos alcançados, desvios verificados e respetiva justificação, bem como, as medidas tomadas ou a tomar para a sua correção;
- Para a avaliação do estado de implementação do ARCE, o REP deverá apresentar informação sobre a eficiência energética da instalação com recurso aos indicadores definidos no PREn;
- Apresentar à DGEG, quando lhe forem solicitados, os registos e prestar-lhe esclarecimentos;
- Incluir no relatório relativo ao último período de vigência do ARCE o balanço final da execução da totalidade do mesmo, considerando-se como REP final [11].

### **2.5.2 Portaria n.º 519/2008, de 25 de junho – Credenciação de Técnicos e Entidades**

O diploma que regula o SGCIE, instituído com o objetivo de promover a eficiência energética e monitorizar os consumos energéticos de instalações CIE, prevê que os operadores, para cumprirem as obrigações decorrentes deste decreto-lei, devem recorrer a técnicos ou entidades credenciadas pela DGEG e remeteu para portaria do membro do

Governo responsável pela economia a aprovação dos requisitos de habilitação e experiência profissional a observar para a credenciação desses técnicos ou entidades [12].

Nesse sentido, os requisitos mínimos de habilitação e experiência profissional a ter em conta na credenciação de técnicos e entidades são os seguintes:

- i. Técnico auditor energético e autor de planos de racionalização e de relatórios de execução e progresso:
  - Habilitação com o curso de Engenheiro, reconhecido pela Ordem dos Engenheiros, ou com o curso de Engenheiro Técnico, reconhecido pela Ordem dos Engenheiros Técnicos;
  - Experiência profissional adequada;
  - Ter à disposição aparelhos de medida e controlo necessários para o efeito.
- ii. Entidade auditora energética e autora de planos de racionalização e de relatórios de execução e progresso:
  - Ter como fim estatutário atividade relacionada com a consultoria e projeto (auditoria ou elaboração de projetos de instalações industriais) na área da energia;
  - Fazer prova de que possui ao seu serviço técnico ou técnicos reconhecidos conforme exigido no ponto anterior [12].

### **2.5.3 Portaria n.º 1530/2008, de 29 de dezembro – Taxas ISP**

O Programa Nacional para as Alterações Climáticas, aprovado pela Resolução do Conselho de Ministros n.º 104/2006, de 23 de Agosto, prevê, entre outras medidas para o sector da indústria, a alteração do ISP relativo aos combustíveis industriais, estabelecendo assim, um mecanismo de incentivo à redução de GEE, os valores das taxas aplicáveis ao ISP estão referidos nos pontos seguintes:

- A taxa do ISP aplicável ao carvão e coque, classificados pelos códigos NC 2701, 2702 e 2704, é de € 4,16 por 1000 kg;
- A taxa do ISP aplicável ao coque de petróleo, classificado pelo código NC 2713, é de € 4,16 por 1000 kg;

- A taxa do ISP aplicável ao fuelóleo com teor de enxofre inferior ou igual a 1 %, classificado pelo código NC 2710 19 61, é de € 15,30 por 1000 kg;
- A taxa do ISP aplicável ao fuelóleo com teor de enxofre superior a 1 %, classificado pelos códigos NC 2710 19 63 a 2710 19 69, é de € 29,25 por 1000 kg;
- A taxa do ISP aplicável aos gases de petróleo classificados pelo código NC 2711, quando usados como combustível, é de € 7,81 por 1000 kg [13].

#### **2.5.4 Despacho n.º 17313/2008, de 26 de junho – Fatores de Conversão tep e Intensidade Carbónica**

O presente despacho apresenta os fatores de conversão para tonelada equivalente petróleo (tep) de teores em energia de combustíveis selecionados para utilização final, bem como dos respetivos fatores para cálculo da Intensidade Carbónica pela emissão de gases com efeito de estufa, referidos a quilograma de CO<sub>2</sub> equivalente (kgCO<sub>2</sub>e) [14].

Os Poderes Caloríficos Inferiores e Fatores de Emissão para Combustíveis estão representados na Tabela 5.

**Tabela 5 Poderes Caloríficos Inferiores e Fatores de Emissão para Combustíveis [14].**

Combustível	PCI (MJ/kg)	PCI (tep/t)	FE (kgCO <sub>2</sub> e/GJ)	FE (kgCO <sub>2</sub> e/tep)
Antracite .....	26,7	0,638	98,2	4111,4
Betume / Alcatrão .....	40,2	0,96	80,6	3374,6
Biogásolina e Biodiesel .....	27	0,645	0	0,0
Briquetes de lignite .....	20	0,478	101,1	4232,9
Briquetes de turfa .....	16 — 16,8	0,382 — 0,401	105,9	4433,8
Carvão betuminoso .....	25,8	0,616	94,5	3956,5
Carvão sub-betuminoso .....	18,9	0,451	96,0	4019,3
Carvão vegetal .....	29,5	0,705	0	0,0
Combustível para motor (gasolina) .....	44 — 45	1,051 — 1,075	69,2	2897,3
Coque de Carvão .....	28,2	0,674	94,5	3956,5
Coque de forno / lignite ou gás .....	28,2 — 28,5	0,674 — 0,681	107	4479,9
Coque de Petróleo .....	31 — 32,5	0,740 — 0,776	97,5	4082,1
Etano .....	46,4	1,108	61,6	2579,1
Fuelóleo pesado .....	40 — 40,4	0,955 — 0,965	77,3	3236,4
Fuelóleo .....	41,2	0,984	77,3	3236,4
Gás de Alto Forno .....	2,5	0,060	259,4	10860,6
Gás de coqueria e de fábricas de Gás .....	38,7	0,924	44,7	1871,5
Gás de forno de acearia a oxigênio .....	7,1	0,170	171,8	7192,9
Gás de petróleo liquefeito .....	46 — 47,3	1,099 — 1,130	63,0	2637,7
Gás de Refinaria .....	49,5	1,182	51,3	2147,8
Gás natural (superior a 93% de metano) .....	47,2 — 48	1,127 — 1,146	56,1	2348,8
Gás natural liquefeito .....	44,2 — 45,2	1,056 — 1,080	64,1	2683,7
Gás natural (1) .....	45,1	1,077	64,1	2683,7
Gases de aterro/ lamas de depuração e outros biogases .....	50,4	1,204	0	0,0
Gasóleo / Diesel .....	42,3 — 43,3	1,010 — 1,034	74,0	3098,2
Hulha .....	17,2 — 30,7	0,411 — 0,733	97,5	4082,1
Lignite castanha .....	5,6 — 10,5	0,134 — 0,251	101,1	4232,9
Lignite negra .....	10,0 — 21	0,239 — 0,502	101,1	4232,9
Lubrificantes, ceras parafínicas e outros produtos Petrolíferos .....	40,2	0,960	73,3	3068,9
Madeira / resíduos de Madeira .....	13,8 — 15,6	0,330 — 0,373	0	0,0
Matérias-primas para refinaria .....	43	1,027	73,3	3068,9
Metano .....	50	1,194	54,9	2298,6
Monóxido de Carbono .....	10,1	0,241	155,2	6497,9
Nafta química / Condensados de gasolina .....	44,5	1,063	73,3	3068,9
Óleo de xisto .....	38,1	0,910	73,3	3068,9
Óleos usados .....	40,2	0,960	73,3	3068,9
Orimulsão .....	27,5	0,657	76,9	3219,6
Outra biomassa primária sólida .....	11,6	0,277	0	0,0
Outros biocombustíveis Líquidos .....	27,4	0,654	0	0,0
Pelletes / briquetes de madeira .....	16,8	0,401	0	0,0
Petróleo Bruto .....	42,3	1,01	73,3	3068,9
Querosene .....	43,8	1,046	71,8	3006,1
Resíduos Industriais .....	7,4 — 10,7	0,177 — 0,256	142,9	5982,9
Turfa .....	7,8 — 13,8	0,186 — 0,330	105,9	4433,8
Xisto betuminoso .....	8 — 9	0,191 — 0,215	106,6	4463,1

(1) Peso específico do Gás Natural é de 0,8404 kg /m N

Para outros combustíveis primários sólidos, líquidos ou gasosos não referidos na Tabela 5 é usada a expressão seguinte, que transforma o valor do PCI do combustível de MJ/kg para tep/t:

$$PCI(tep/t) = \frac{PCI(MJ/kg)}{41.868} \quad (2.5.4.1)$$

Esta expressão considera a conversão termodinâmica de tep em MJ utilizada pela Agência Internacional da Energia (1 tep = 41.868 MJ) [14].

No caso da energia elétrica, para a conversão considera-se o rendimento elétrico médio ( $\eta_{\text{elétrico}}$ ) das centrais termoelétricas que usam combustíveis fósseis. Para a converter kWh de energia elétrica para tep é utilizada a seguinte fórmula:

$$\text{Energia eléctrica(tep/kWh)} = \frac{\eta_{\text{elétrico}}}{86 \times 10^{-6}} \quad (2.5.4 \ 2)$$

Para efeitos deste Despacho e de acordo com o Anexo II da Diretiva 2006/32/CE, o valor de  $\eta_{\text{elétrico}}$  é igual a 0,4 pelo que  $1 \text{ kWh} = 215 \times 10^{-6} \text{ tep}$  [14].

Na Figura 12 é possível verificar algumas equivalências energéticas de referência.




	Energia Eléctrica	1000 tep/ano	4.651.163 kWh
		500 tep/ano	2.325.581 kWh
	Fuelóleo	1000 tep/ano	1.016 t
		500 tep/ano	508 t
	Gás Natural	1000 tep/ano	928,5 t 1.104.837 Nm <sup>3</sup>
		500 tep/ano	464,25 t 552.419 Nm <sup>3</sup>
	Gás de Petróleo Liquefeito	1000 tep/ano	885 t
		500 tep/ano	442,5 t

Figura 12 Equivalências energéticas de referência [10].

### 2.5.5 Despacho n.º 17449/2008, de 27 de junho – Auditorias, PREn

Para efeitos deste Despacho, a AE conforme o Decreto-Lei n.º 71/2008, consiste num levantamento detalhado de todos os aspetos relacionados com o uso da energia, ou que de alguma forma contribuam para a caracterização dos fluxos energéticos [15].

A AE incidirá sobre a conceção e o estado das instalações, devendo ser recolhidos os elementos necessários à elaboração do plano de racionalização do consumo de energia, bem como, seguir os pontos referenciados no capítulo 3.

É obrigatória a realização das seguintes auditorias energéticas:

- As instalações com consumo de energia igual ou superior a 1000 tep/ano, com uma periodicidade de seis anos, sendo que a primeira destas auditorias deve ser realizada no prazo de quatro meses após o registo.
- As instalações com consumo de energia igual ou superior a 500 tep/ano mas inferior a 1000 tep/ano, com uma periodicidade de oito anos, sendo que a primeira destas auditorias deve ser realizada no ano seguinte ao do registo.

O operador pode realizar as auditorias que achar necessárias à promoção da eficiência, sem prejuízo dos prazos referidos anteriormente [15].

O presente despacho define a metodologia de cálculo estabelecida para o PREn, relativa às intensidades, energética e carbónica, bem como o consumo específico de energia.

A Intensidade Energética (IE) é definida pelo quociente entre o consumo total de energia (E) e o valor acrescentado bruto (VAB) (kgep/€) das atividades empresariais dos CIE, como se pode verificar na fórmula seguinte.

$$IE = \frac{E}{VAB} \quad (2.5.5 \ 1)$$

Considerando-se para IE e CEE, apenas 50 % da energia resultante de resíduos endógenos e de outros combustíveis renováveis [15].

A definição de VAB é o resultado final da atividade produtiva no decurso de um período determinado. Resulta da diferença entre o valor da produção e o valor do consumo intermédio, originando excedentes, pode ser calculado da seguinte forma:

$$VAB = \text{Vendas (POC 71) + Prestações de serviços (POC 72) + Proveitos suplementares (POC 73) + Trabalhos para a própria empresa (POC 75) - Custo das mercadorias vendidas e das matérias consumidas (POC 61) - Fornecimentos e serviços externos (POC 62) - Outros custos e perdas operacionais (POC 65)} \quad (2.5.5 \ 2)$$

A Intensidade Carbónica (IC) é definida pelo, quociente entre o valor das emissões de gases com efeito de estufa, referidos a quilogramas de CO<sub>2</sub> equivalente, e o consumo total de energia (kgCO<sub>2</sub>e/tep ou GJ).

$$IC = \frac{GEE}{E} \quad (2.5.5 \ 3)$$

O Consumo Específico de Energia (CEE) é determinado pelo, quociente entre o consumo total de energia (E) e o volume de produção (P) (kgep/unidade de produção).

$$CEE = \frac{E}{P} \quad (2.5.5 \ 4)$$

Devendo incluir obrigatoriamente no PREn, medidas que visem a racionalização do consumo de energia [15].

A aprovação do PREn segue os seguintes procedimentos:

- Submissão do PREn à ADENE (4 meses após realização da auditoria);
- Se devidamente instruído, a ADENE envia-o à DGEG para aprovação;
- Após aprovação pela DGEG passa a designar-se ARCE.

Se o PREn suscitar dúvidas, a sua aprovação depende da realização de nova auditoria da responsabilidade da ADENE. A DGEG pode solicitar informações complementares, pedir nova auditoria ou recomendar alterações ao conteúdo do PREn [11].



## **2.6 Conclusões**

Nos últimos anos a dependência energética de Portugal relativamente ao exterior diminuiu significativamente, passando dos cerca de 90% para cerca de 80%.

O surgimento da Estratégia Nacional para a Energia foi determinante para a diminuição da dependência energética do país relativamente aos combustíveis fósseis devido à criação do PNAEE e respetiva aposta nas energias renováveis e na eficiência energética.

O consumo de energia primária por tipo de fonte decresceu gradualmente durante o período de 2008 a 2012, salientando-se a grande subida das energias renováveis e a descida do petróleo, que mesmo assim assume um papel essencial no consumo de energia primária em Portugal. O consumo de energia final acompanhou a tendência registada no âmbito da energia primária e as áreas de atividade que apresenta maior consumo de energia, como o setor dos transportes, a indústria e os edifícios. Prevê-se que até 2020 se consiga alcançar uma redução do consumo da energia final em cerca de 20 a 25%, onde a poupança será mais expressiva no setor dos edifícios através de medidas de eficiência energética que constam no PNAEE.



# 3. Auditoria Energética

## 3.1 Introdução

A competitividade continua a ser naturalmente aquela que mais sensibiliza a generalidade dos industriais. A crescente pressão ambiental dos dias de hoje veio reforçar a necessidade de utilizar eficientemente a energia, seja por força legal, seja pela necessidade de cumprir requisitos ambientais. Cada vez mais a eficiência energética está na ordem do dia, nesse sentido, as auditorias energéticas assumem um papel fundamental.

## 3.2 Conceito de Auditoria Energética

A Auditoria Energética é um exame detalhado geral e sectorial, das condições de utilização de energia, com vista à identificação de oportunidades de racionalização de consumos energéticos, através da implementação de medidas com viabilidade técnico-económica. No entanto é como que uma “fotografia” momentânea do modo de utilização da instalação, devendo a generalização ser feita com precaução.

Passando pelo levantamento detalhado dos aspetos relacionados com as condições de utilização de energia ou que de alguma forma contribuam para a caracterização dos fluxos energéticos (conforme definida no artigo 6.º do Decreto-Lei n.º 71/2008) [17].

A caracterização energética dos diferentes equipamentos e sistemas existentes numa instalação CIE é fundamental para identificar as medidas com viabilidade técnico-económica possíveis de implementar de modo a:

- Aumentar a eficiência energética;
- Reduzir o peso da fatura energética nos custos globais.

### **3.3 Tipos de Auditoria Energética**

Dependendo do grau de complexidade da instalação e do fim a que se destina a Auditoria Energética pode-se utilizar dois tipos, auditoria simples ou auditoria completa.

#### **3.3.1 Auditoria Simples**

A auditoria simples tem como objetivo efetuar um diagnóstico à situação energética de uma instalação, consiste numa simples observação visual, para identificar possíveis falhas e numa recolha de dados, suscetíveis de fornecer alguma informação sobre os consumos específicos de energia.

#### **3.3.2 Auditoria Completa**

A auditoria completa consiste num exame detalhado das condições de utilização de energia.

A análise efetuada durante a auditoria permite quantificar as quantidades de energia utilizadas em cada uma das operações do processo de produção, bem como, a eficiência dos equipamentos utilizados no processo.

O objetivo desta auditoria é a caracterização energética da instalação e dos sistemas instalados, assim como a identificação e o estudo de medidas com viabilidade técnico-económica a implementar, de modo a otimizar os consumos energéticos [17][16].

### **3.4 Intervenientes de uma Auditoria Energética**

A Auditoria Energética foca-se em dois principais intervenientes, o auditor e o auditado/empresa, sendo que, cada um deles tem deveres e obrigações.

A relação entre os dois intervenientes é definida por três pontos essenciais, envolvimento, cooperação e definição de responsabilidades.

**Do Auditor é esperado que:**

- Efetue a caracterização da utilização de energia na instalação;
- Identifique e caracterize os principais sectores e/ou equipamentos consumidores de energia;
- Identifique desperdícios de energia;
- Encontre soluções com viabilidade económica que se adaptem à instalação;
- Apoie o desenvolvimento da estrutura de gestão de energia;
- Elabore relatório de auditoria energética.

**Da Empresa espera-se que:**

- Na administração exista um responsável pela poupança energética;
- Na produção exista um técnico responsável pela gestão da utilização de energia;
- Crie um ambiente de abertura junto dos colaboradores que seja facilitador do trabalho do auditor, comunicando claramente os objetivos do trabalho desenvolvido.

**Relação Auditor – Auditado/Empresa**

**Envolvimento:** a auditoria resulta numa oportunidade de melhoria para a empresa e não numa avaliação crítica dos procedimentos estabelecidos, pelo que o envolvimento de todos é condição para evitar “anti-corpos” naturais.

**Cooperação:** O estabelecimento de laços francos com todas as posições hierárquicas permite ter acesso não só a dados experimentais, mas também a oportunidades de melhoria que só podem ser sugeridas por elementos que dominam o processo.

**Definição de Responsabilidades:** Permite localizar a ação de cada um dos colaboradores, evitando perdas de tempo na recolha de elementos e também na averiguação de novas soluções [16].

### **3.5 Etapas de uma Auditoria Energética**

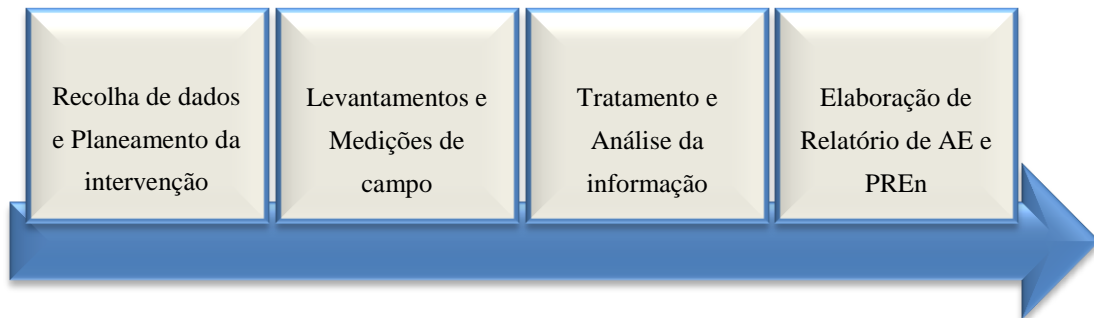
A eficaz condução de uma auditoria energética engloba o desenvolvimento de algumas tarefas a serem realizadas de forma sequencial. A metodologia usada consiste basicamente em quatro fases, apresentadas na Figura 13 e descritas de forma detalhada de seguida.

#### **A Auditoria Energética deve:**

- Efetuar um levantamento e caracterização detalhados dos principais equipamentos consumidores de energia;
- Quantificar os consumos e custos energéticos por instalação e principais secções e/ou equipamentos;
- Efetuar uma inspeção visual dos equipamentos e/ou sistemas consumidores de energia, complementada pelas medições necessárias;
- Esclarecer como é transformada a energia e os seus custos;
- Obter diagramas de carga dos sistemas considerados grandes consumidores de energia elétrica;
- Determinar a eficiência energética de geradores de energia térmica;
- Verificar o estado das instalações de transporte e distribuição de energia;
- Verificar a existência do bom funcionamento dos aparelhos de controlo e regulação do equipamento de conversão e utilização de energia;
- Realizar balanços de massa e de energia aos principais equipamentos consumidores de energia térmica;
- Determinar consumos específicos de energia durante o período de realização da auditoria, para posterior comparação com os valores médios mensais e anuais e deteção de eventuais variações sazonais;
- Determinar os Indicadores Energéticos da instalação;
- Identificar e quantificar as possíveis áreas onde as economias de energia são variáveis, como resultado das situações encontradas/anomalias detetadas e medições efetuadas;

- Definir intervenções com viabilidade técnico-económica, conducentes ao aumento da eficiência energética e/ou à redução da fatura energética [16] [18].

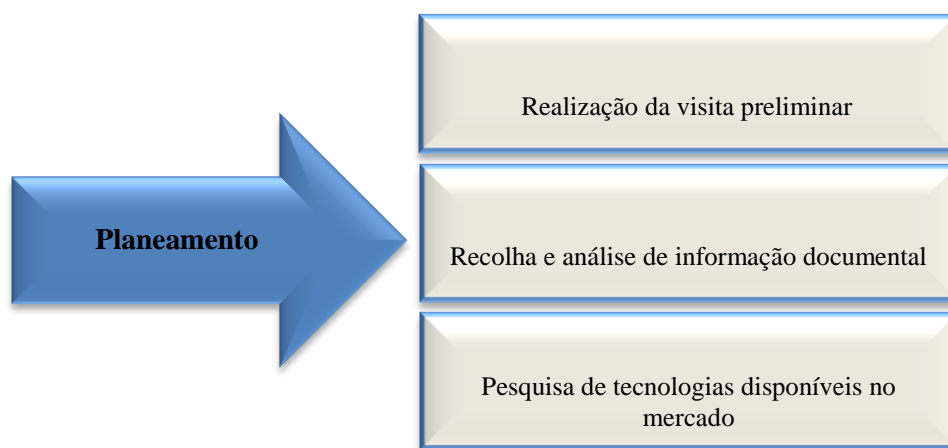
Na Figura 13 é possível verificar as etapas sequenciais de uma auditoria energética.



**Figura 13** Etapas de uma Auditoria Energética.

### 3.5.1 Planeamento

A fase de planeamento de uma auditoria reveste-se de grande importância, constituindo uma etapa decisiva para a qualidade do trabalho a desenvolver, conforme Figura 14.



**Figura 14** Etapas do Planeamento.

A visita preliminar permite uma primeira análise à instalação identificando os principais sistemas consumidores de energia da instalação, bem como, identificar os elementos que

deverão ser alvo de medições, quantificando assim, os equipamentos necessários para a realização da auditoria.

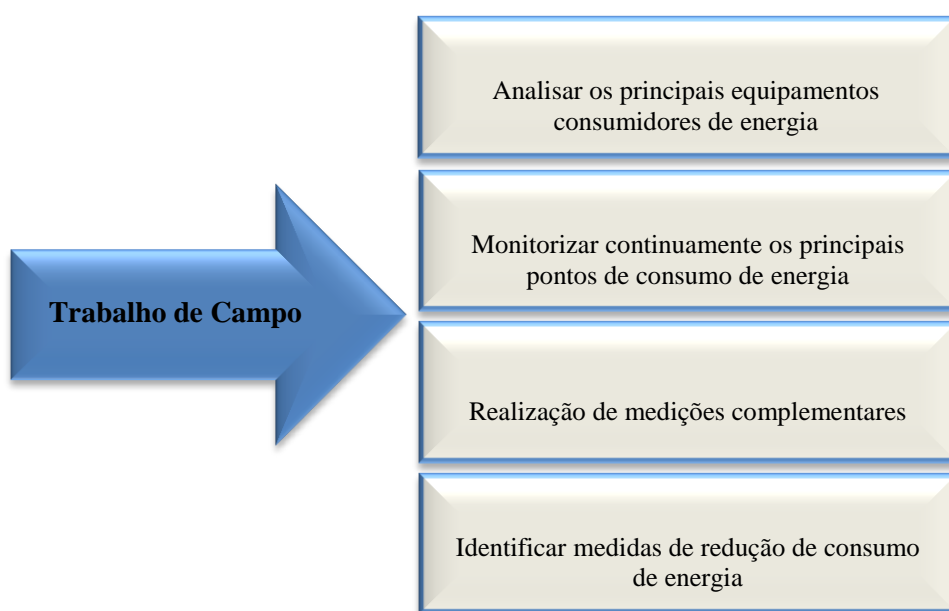
Deve ser solicitada a documentação relativa aos registos históricos dos últimos anos de atividade da instalação, nomeadamente faturas de todos os tipos de energia utilizados na instalação, de modo a permitir a obtenção de um conjunto de informação relevante para posterior tratamento e consequente produção de indicadores de referência [18].

A recolha inicial da documentação deve conter ainda informação relativa à organização funcional da instalação, constituirá um complemento ao inquérito normalmente enviado à empresa ou organização para preenchimento.

Por último, deverá efetuar-se um levantamento de tecnologias eficientes disponíveis no mercado, de modo a estabelecer comparações com as que estão instaladas na instalação a auditar.

### **3.5.2 Trabalhos de Campo**

O trabalho de campo é realizado pela equipa de auditores no local da instalação, consiste na realização de uma inspeção minuciosa à instalação, analisando as condições de utilização da energia, que deverá incidir, essencialmente, sobre as etapas na Figura 15.



**Figura 15** Etapas a realizar durante os trabalhos de campo.



Durante a intervenção na instalação a equipa de auditores deverá proceder à análise dos principais equipamentos consumidores de energia, bem como, analisar o processo produtivo e sistemas auxiliares, como:

- Rede Elétrica – receção/transformação, distribuição e utilização final;
- Rede Térmica (vapor, água, Termofluído) – produção, rede de distribuição e consumidores;
- Central de Ar Comprimido – consumos e quantificar fugas;
- Sistemas de Climatização;
- Sistemas de Arrefecimento;
- Sistemas de Iluminação.

Em relação aos equipamentos é importante efetuar a sua caracterização, nomeadamente:

- Descrição;
- Características;
- Regime de funcionamento;
- Horas de funcionamento;
- Tipo de combustível [16].

Para realizar estes trabalhos a equipa de auditores necessita de compreender os fluxos de energia estabelecidos na instalação, para decidir quais os principais consumidores de energia e produção a monitorizar, na Figura 16 e Figura 17 apresenta-se um esquema dos tipos de fluxo de energia possíveis de encontrar na indústria.

- Estabelecimento de Fluxo de Energia Térmica;

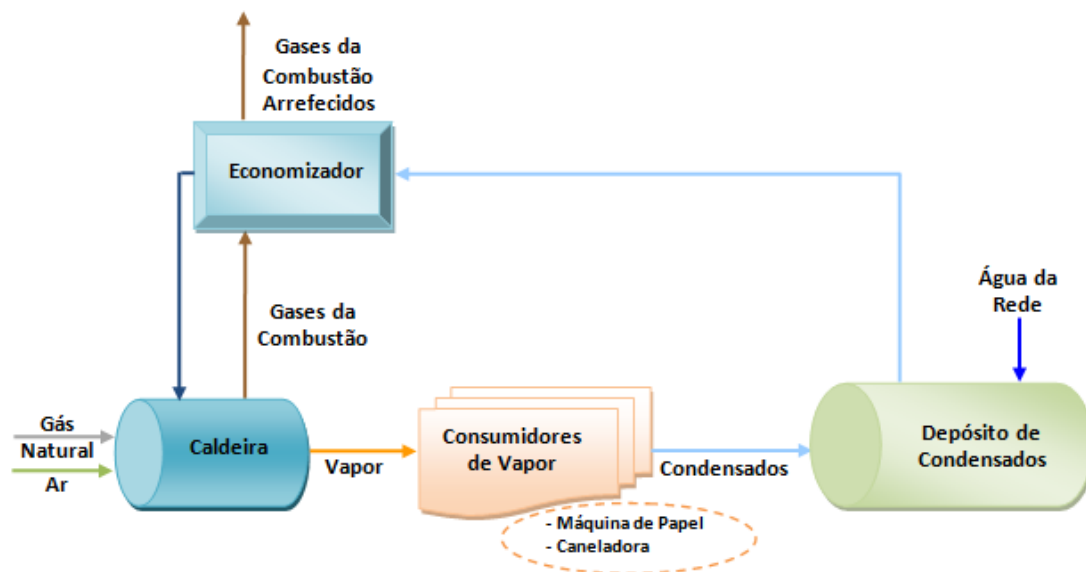


Figura 16 Esquema do fluxo de energia térmica [16].

- Estabelecimento de Fluxo de Energia Elétrica.

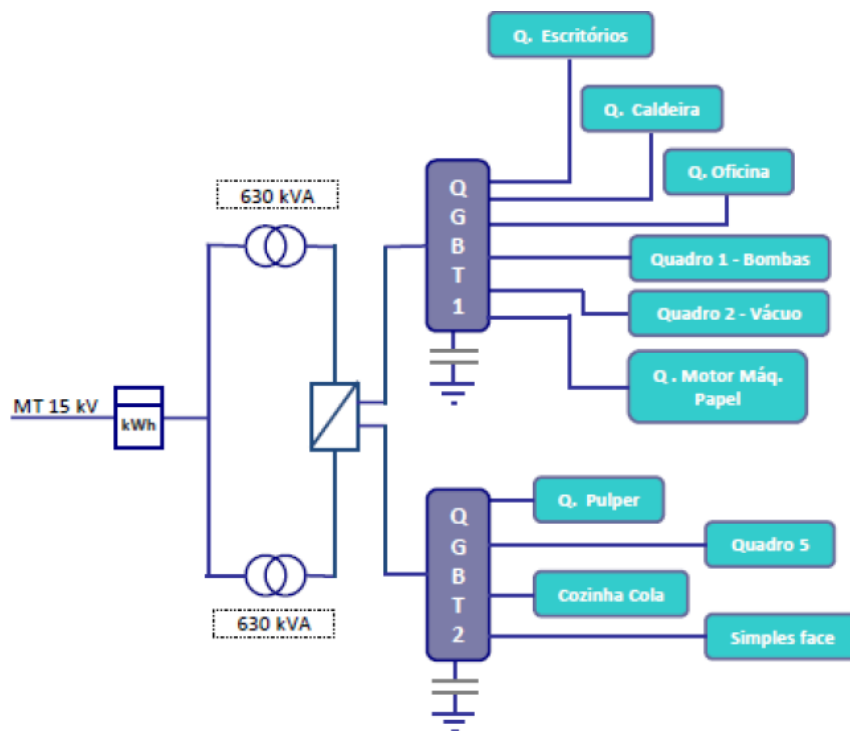


Figura 17 Esquema do fluxo de energia elétrica [17].

As monitorização dos fluxos de energia que a equipa de auditores deve ter em conta para analisar posteriormente são:

- Balanços energéticos;
- Rendimentos energéticos;
- Diagrama de carga global da instalação;
- Diagrama de carga dos principais sectores/consumidores de energia.

Na instalação dos equipamentos de monitorização e registo, é necessário criar condições para que não ocorram “acidentes”, que desviem a monitorização ou falseie as leituras. A identificação de medidas de racionalização de consumos de energia estão diretamente relacionadas com as monitorizações efetuadas [17].

A equipa de auditores necessita de utilizar diversos equipamentos de medição, bem como, equipamentos de proteção individual para as intervenções necessárias durante os trabalhos.

Os principais equipamentos de segurança utilizados nos diversos trabalhos de campo durante a AE encontram-se representados na Tabela 6.

**Tabela 6 Equipamentos de proteção individual utilizados em trabalho de campo.**




		
<b>Luvas dielétricas [19]</b>	<b>L. proteção mecânica [20]</b>	<b>Luvas anticalor [21]</b>
		
<b>Capacete de proteção [22]</b>	<b>Protetor antirruído [23]</b>	<b>Tampões auriculares [24]</b>
		
<b>Óculos de proteção [25]</b>	<b>Botas de proteção [26]</b>	<b>Roupa alta visibilidade [27]</b>

A determinação dos equipamentos de medição a utilizar durante a auditoria energética, está relacionada com o tipo de indústria/instalação, bem como, o processo produtivo a avaliar, cuja respetiva função está descrita na Tabela 7 e Tabela 8.

**Tabela 7 Equipamentos de medição utilizados em Auditorias Energéticas.**

<b>Equipamento</b>	<b>Imagem</b>	<b>Função</b>
Analizador de Gases [28]		Utilizado para medir os gases de combustão da caldeira e determinar a eficiência da mesma.
Analizador de Energia [29]		Efetua uma análise detalhada dos parâmetros elétricos.
Caudalímetro [30]		Efetua uma análise à produção de energia térmica.
Detetor de Fugas Ultrasónico [17]		Permite efetuar pesquisa de fugas de ar na rede de ar comprimido da instalação.
Termo-higrómetro [31]		Permite efetuar medições de temperatura, humidade relativa e ponto de Orvalho.
Termómetro [32]		Permite registo de temperaturas em locais inacessíveis.

**Tabela 8 Equipamentos de medição utilizados em Auditorias Energéticas (continuação).**

<b>Equipamento</b>	<b>Imagem</b>	<b>Função</b>
Câmara Termográfica [33]		Permite verificar detalhes da instalação e indicar um potencial problema.
Luxímetro [34]		Mede de forma precisa, a iluminância em lux.
Pinça Amperimétrica [35]		Deteta avarias gerais e rápidas, utilizada para medir o fator de potência.

### **3.5.3 Tratamento da Informação Recolhida**

Após alguns dias de monitorizações a informação é recolhida e posteriormente todos as leituras serão devidamente tratadas.

O tratamento de toda a informação recolhida deverá ser direcionado no sentido de produzir um conjunto de indicadores e de outros resultados, de natureza qualitativa, de modo a permitir que a avaliação do desempenho energético da instalação seja efetuada de forma rigorosa.

Este conjunto de indicadores e resultados pode ser constituído pelos seguintes elementos.

- Consumos e custos globais por tipo de equipamento consumidor de energia;
- Rendimentos energéticos dos principais equipamentos consumidores e produtores de energia;
- Intensidades energéticas;
- Soluções tecnológicas a serem implementadas com o objetivo de produzirem acréscimos na eficiência energética do sistema;
- Análise técnica e económica da viabilidade das soluções tecnológicas encontradas;

- Soluções organizacionais para implementar um sistema de gestão de energia, caso não existam [18].

#### **3.5.4 Elaboração do Relatório da Auditoria Energética e PREn**

A auditoria energética ficará concluída com a elaboração do respectivo relatório. Este documento deverá apresentar toda a informação de uma forma organizada e coerente. Na elaboração deste relatório deverá ser levado em consideração que a auditoria energética constitui um instrumento fundamental para o início de um processo continuado de gestão de energia na instalação auditada [36]. A Figura 18 apresenta os principais pontos para realizar um relatório de uma auditoria energética.



**Figura 18** Estrutura do relatório da Auditoria Energética [36].

### **3.6 Conclusões**

Por tudo o que foi exposto anteriormente poderá afirmar-se que, uma instalação industrial para ser competitiva nos dias de hoje tem de estar na vanguarda com a eficiência energética, devendo ser alvo de uma auditoria energética, simples ou completa, consoante o objetivo que se pretenda, uma análise mais ou menos detalhada. As auditorias energéticas permitem conhecer a forma como é utilizada a energia e com isso otimizar os recursos energéticos da instalação, diminuindo os desperdícios existentes, conduzindo a uma redução dos consumos energéticos e a uma diminuição da fatura de energia elétrica.

A execução de uma auditoria energética envolve a realização de uma metodologia que tem por base quatro etapas distintas, nomeadamente: planeamento, trabalho de campo, tratamento da informação recolhida e elaboração do relatório.



## 4. Caso de Estudo

### 4.1 Introdução

A instalação comercial alvo desta auditoria energética registou, no ano 2013, um consumo energético inferior a 500 tep, contudo aderiu de forma voluntária ao Sistema de Gestão dos Consumos Intensivos de Energia (SGCIE), sendo obrigado a racionalizar o seu consumo de energia de acordo com as metas legais (Decreto - Lei n.º 71/2008, de 15 de Abril).

A auditoria energética permitiu estabelecer um Plano de Racionalização do Consumo de Energia (PREn), o qual compromete a instalação comercial a reduzir os indicadores de Intensidade Energética e Consumo Específico de acordo com as metas definidas no SGCIE e durante um período de 8 anos, bem como a manutenção dos valores históricos do indicador Intensidade Carbónica.

Inicialmente foi realizada uma caracterização geral da empresa auditada, tendo em conta os consumos e custos energéticos verificados no ano de referência da auditoria energética.

Seguidamente é apresentado o levantamento e caracterização dos consumidores energéticos instalados necessários à laboração, bem como os resultados do exame energético efetuado à instalação.

Através da informação recolhida caracterizou-se a instalação segundo os indicadores Intensidade Energética, Consumo Específico e Intensidade Carbónica para o ano de referência e foram sugeridas Oportunidades de Redução dos Consumos (ORC' s) para que as metas de poupanças de energia legais sejam cumpridas.

Por fim, apresenta-se o Plano de Racionalização de Energia (PREn) com a estimativa de redução dos indicadores energéticos atuais da instalação comercial, através da implementação ORC' s propostas ao longo do período de racionalização dos consumos energéticos e respetivas conclusões do trabalho desenvolvido.

Na Tabela 9 seguinte apresenta-se um resumo da evolução dos indicadores energéticos tendo em conta os valores de referência, a meta legal e a estimativa destes indicadores prevista no final do programa de racionalização dos consumos, após a implementação das ORC' s.

**Tabela 9 Resumo da evolução dos indicadores energéticos.**

<b>Indicadores Energéticos</b>		<b>Valor de Referência</b>	<b>Meta Legal</b>	<b>Estimativa dos Indicadores após implementação das ORC' s*</b>
		<b>[2013]</b>	<b>[2021]</b>	
Intensidade Energética	kgep / € VAB**	0,094	0,090	0,087
Consumo Específico	kgep / m <sup>2</sup>	118,17	113,44	109,34
Intensidade Carbónica	ton CO <sub>2</sub> eq/tep	2,186	2,186	2,186

\*ORC' s – Oportunidades de Redução dos Consumos

\*\* VAB – 2.568.302,0 €

## 4.2 Caracterização Geral da Empresa

### 4.2.1 Identificação da Empresa

Por motivos de confidencialidade não será possível divulgar alguns parâmetros da instalação comercial, no entanto, apresenta-se designado na Tabela 10 os campos necessários para elaborar a identificação da instalação.

Tabela 10 Identificação da Empresa.

<b>EMPRESA</b>	
<b>Nome da Empresa</b>	-
<b>Endereço</b>	-
<b>Código Postal</b>	-
<b>Telefone/Fax</b>	-
<b>INSTALAÇÃO</b>	
<b>Identificação da Instalação</b>	-
<b>Endereço</b>	-
<b>Código Postal</b>	-
<b>Interlocutor Auditoria Energética</b>	-
<b>E-mail</b>	-
<b>Telefone/Fax</b>	-
<b>Arranque da instalação</b>	<b>2008</b>
<b>Sector de actividade</b>	<b>Comércio Retalhista</b>
<b>C.A.E. (subclasse)</b>	<b>47 111</b>
<b>Designação da CAE</b>	<b>Comércio a retalho em supermercados e hipermercados</b>
<b>OP SGCIE</b>	-
<b>Ano de Referência</b>	<b>2013</b>
<b>Período das medições energéticas</b>	<b>21-03-2014 a 27-03-2014</b>

#### 4.2.2 Caracterização da Instalação

A instalação comercial localiza-se na Zona Centro, pertencente ao Município de Coimbra, na Figura 19 apresenta-se uma fotografia aérea da instalação.



**Figura 19** Fotografia aérea da instalação.

Neste espaço comercial localizam-se para além do hipermercado, várias lojas de comércio, nomeadamente Lojas de vestuário, Eletrónica e Telecomunicações, Farmácia e uma cafetaria.

A área de vendas integra as zonas de atendimento da Charcutaria, Talho, *Take-away*, Peixaria e Padaria. As zonas técnicas localizam-se nas traseiras do edifício, onde se realçam as zonas do posto de transformação (PT), do gerador de emergência, da central de bombagem, da central de frio e o cais de descarga. As câmaras de conservação e congelação localizam-se na zona do armazém, junto às zonas de atendimento.

### 4.2.3 Regime de Laboração

A loja hipermercado tem um horário de abertura ao público de Segunda a Domingo das 8h30 às 22h. A loja apenas encerra no dia de Natal e no dia de Ano Novo. A reposição dos produtos é feita a partir das 5h.

## 4.3 Caracterização da Produção

Dado tratar-se de um edifício, com vista à determinação do valor do consumo específico de energia utilizou-se, como elemento de cálculo, a área de vendas, que corresponde a 2.046 m<sup>2</sup>.

## 4.4 Caracterização dos Consumos e Custos de Energéticos

Seguidamente são apresentados os consumos de energia relativos a este hipermercado, numa base mensal para o ano de 2013 (ano de referência). Este estabelecimento apenas utiliza energia elétrica como fonte de energia. A energia elétrica é utilizada em iluminação e como força motriz para acionamento dos equipamentos.

### 4.4.1 Poderes Caloríficos Inferiores e Fatores de Emissão

Para efeitos de cálculo foram considerados os valores de poder calorífico inferior e fatores de emissão de gases com efeito de estufa apresentados na Tabela 11.

**Tabela 11 Equivalentes Energéticos e de Emissão Carbónica.**

	Unidade	PCI		FE
		MJ/unidade	kgep/unidade	kgCO <sub>2</sub> e/tep
<b>Energia Eléctrica</b>	kWh	3,6	0,215	2.186,05

Fonte: Directiva 2006/32/CE; Despacho nº 17313/2008

#### 4.4.2 Consumos e Custos Energéticos Anuais da Instalação

A análise à contabilidade energética da instalação tem por base o ano de referência, 2013.

#### 4.4.3 Análise aos Consumos Globais

Os consumos e custos de energia, referentes ao ano 2013 são apresentados na Tabela 12, verificando-se que esta instalação apenas consome energia elétrica.

**Tabela 12 Consumos e custos de Energia Elétrica no ano de 2013.**

Forma de Energia	Consumo Total Anual					Origem
	[unid.]	[tep]	[MJ]	[ton CO <sub>2</sub> e]	[€]	
<b>Energia Eléctrica</b>	kWh 1.124.512	241,8	4.048.243	529	114.035 €	Endesa

#### 4.4.4 Análise aos Consumos de Energia Elétrica

A energia elétrica é essencialmente utilizada no acionamento de força motriz (motores, ventiladores, bombas, etc.) e iluminação.

A Tabela 13, Tabela 14 e Tabela 15 apresentam os consumos de eletricidade medidos e faturados mensalmente pela Endesa Energia, SA, empresa fornecedora de energia elétrica à instalação, no ano de referência (2013).

**Tabela 13 Consumos e custos de Energia Elétrica detalhados referente ao ano de 2013**

2013	Potência Contratada		Potência Horas de Ponta		Energia Activa [kWh]					
	[kW]	[€]	[kW]	[€]	Vazio Normal	Super Vazio	Ponta	Cheias	Total	Valor [€]
<b>Jan.</b>	293	425,9 €	163,3	1.457 €	29.244	11.156	17.965	45.493	<b>103.858</b>	8.785 €
<b>Fev.</b>	293	384,7 €	156,6	1.261 €	25.340	9.934	15.656	38.965	<b>89.895</b>	7.598 €
<b>Mar.</b>	293	425,9 €	146,8	1.310 €	31.143	10.250	14.684	37.810	<b>93.887</b>	7.856 €
<b>Abr.</b>	293	412,2 €	146,9	1.268 €	27.629	11.215	9.256	45.976	<b>94.076</b>	7.860 €
<b>Mai.</b>	293	425,9 €	142,6	1.272 €	26.861	10.621	9.413	46.402	<b>93.297</b>	7.545 €
<b>Jun.</b>	293	412,2 €	143,9	1.242 €	31.653	10.543	8.202	43.475	<b>93.873</b>	7.517 €
<b>Jul.</b>	293	425,9 €	165,5	1.476 €	27.556	12.022	11.419	54.185	<b>105.182</b>	8.552 €
<b>Ago.</b>	293	425,9 €	154,3	1.376 €	29.913	11.283	9.722	48.701	<b>99.619</b>	8.037 €
<b>Set.</b>	293	412,2 €	143,5	1.239 €	26.789	10.089	9.041	44.822	<b>90.741</b>	7.333 €
<b>Out.</b>	293	425,9 €	139,3	1.242 €	23.564	10.270	10.725	45.949	<b>90.508</b>	7.370 €
<b>Nov.</b>	293	412,2 €	135,9	1.173 €	25.419	8.879	13.589	34.781	<b>82.668</b>	6.716 €
<b>Dez.</b>	293	425,9 €	136,0	1.213 €	26.780	9.461	14.275	36.392	<b>86.908</b>	7.056 €
<b>TOTAL</b>	-	<b>5.015 €</b>	<b>1.774,6</b>	<b>15.528 €</b>	<b>331.891</b>	<b>125.723</b>	<b>143.947</b>	<b>522.951</b>	<b>1.124.512</b>	<b>92.225 €</b>
<b>%</b>	-	<b>4,4%</b>	-	<b>13,6%</b>	<b>29,5%</b>	<b>11,2%</b>	<b>12,8%</b>	<b>46,5%</b>	<b>100%</b>	<b>80,9%</b>
<b>Val. Médio</b>	<b>293</b>	<b>418 €</b>	<b>147,9</b>	<b>1.294 €</b>	<b>27.658</b>	<b>10.477</b>	<b>11.996</b>	<b>43.579</b>	<b>93.709</b>	<b>7.685 €</b>

Tabela 14 Consumos e custos de Energia Elétrica detalhados referente ao ano de 2013 (cont.)

2013	Energia Reactiva [kvarh]					Outros Custos	Total	Tipo Contrato
	Fornecida Vazio	Cons. Fora Vazio	Total	Valor [€]	Custo [€/kvarh]	[€]	[€]	
Jan.	0	1.624	<b>1.624</b>	12,5 €	0,008 €	106 €	<b>10.786 €</b>	(a)
Fev.	0	1.393	<b>1.393</b>	10,8 €	0,008 €	92 €	<b>9.347 €</b>	(a)
Mar.	0	1.189	<b>1.189</b>	9,2 €	0,008 €	96 €	<b>9.697 €</b>	(a)
Abr.	0	1.724	<b>1.724</b>	13,3 €	0,008 €	96 €	<b>9.650 €</b>	(a)
Mai.	0	1.631	<b>1.631</b>	12,6 €	0,008 €	96 €	<b>9.351 €</b>	(a)
Jun.	0	726	<b>726</b>	5,6 €	0,008 €	96 €	<b>9.272 €</b>	(a)
Jul.	0	1.112	<b>1.112</b>	8,6 €	0,008 €	107 €	<b>10.570 €</b>	(a)
Ago.	0	908	<b>908</b>	7,0 €	0,008 €	102 €	<b>9.948 €</b>	(a)
Set.	0	1.487	<b>1.487</b>	11,5 €	0,008 €	93 €	<b>9.088 €</b>	(a)
Out.	0	1.536	<b>1.536</b>	11,9 €	0,008 €	93 €	<b>9.143 €</b>	(a)
Nov.	0	844	<b>844</b>	6,5 €	0,008 €	85 €	<b>8.392 €</b>	(a)
Dez.	0	778	<b>778</b>	6,0 €	0,008 €	89 €	<b>8.790 €</b>	(a)
<b>TOTAL</b>	<b>0</b>	<b>14.951</b>	<b>14.951</b>	<b>115 €</b>	<b>-</b>	<b>1.152 €</b>	<b>114.035 €</b>	
<b>%</b>	<b>0%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>0,1%</b>	<b>-</b>	<b>1,0%</b>	<b>100%</b>	
<b>Val. Médio</b>	<b>0</b>	<b>1.246</b>	<b>1.246</b>	<b>9,6 €</b>	<b>0,008 €</b>	<b>96 €</b>	<b>9.503 €</b>	

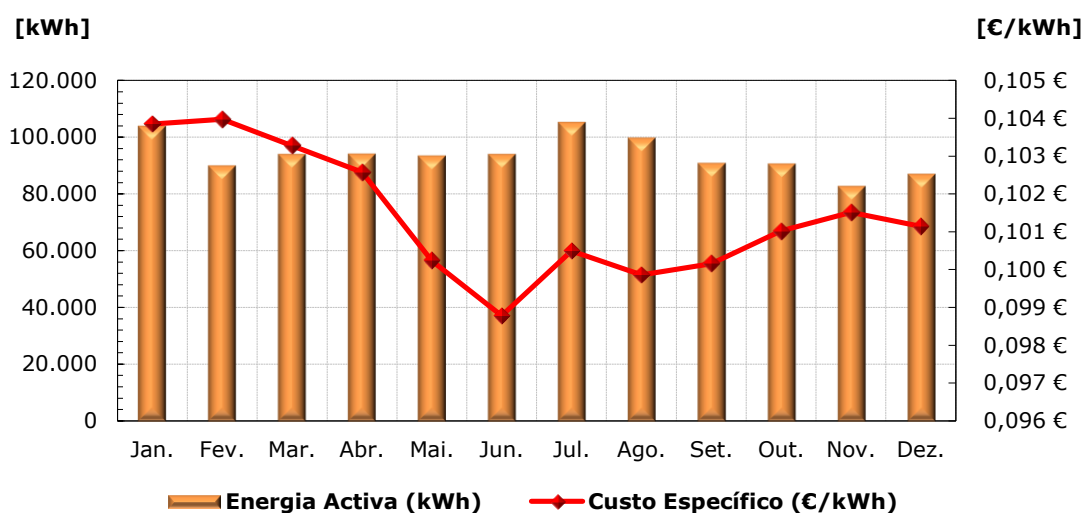
Tabela 15 Consumos de Energia Ativa e custo Global no ano de 2013

2013	Consumo				%	Custo		
	[kWh]	[kgep]	[MJ]	[kgCO <sub>2</sub> ]		[€]	[€/kWh]	[€/kgep]
Jan.	103.858	22.329	373.889	48.813	9,2%	10.786 €	0,104 €	0,483 €
Fev.	89.895	19.327	323.622	42.251	8,0%	9.347 €	0,104 €	0,484 €
Mar.	93.887	20.186	337.993	44.127	8,3%	9.697 €	0,103 €	0,480 €
Abr.	94.076	20.226	338.674	44.216	8,4%	9.650 €	0,103 €	0,477 €
Mai.	93.297	20.059	335.869	43.850	8,3%	9.351 €	0,100 €	0,466 €
Jun.	93.873	20.183	337.943	44.120	8,3%	9.272 €	0,099 €	0,459 €
Jul.	105.182	22.614	378.655	49.436	9,4%	10.570 €	0,100 €	0,467 €
Ago.	99.619	21.418	358.628	46.821	8,9%	9.948 €	0,100 €	0,464 €
Set.	90.741	19.509	326.668	42.648	8,1%	9.088 €	0,100 €	0,466 €
Out.	90.508	19.459	325.829	42.539	8,0%	9.143 €	0,101 €	0,470 €
Nov.	82.668	17.774	297.605	38.854	7,4%	8.392 €	0,102 €	0,472 €
Dez.	86.908	18.685	312.869	40.847	7,7%	8.790 €	0,101 €	0,470 €
<b>TOTAL</b>	<b>1.124.512</b>	<b>241.770</b>	<b>4.048.243</b>	<b>528.521</b>	<b>100%</b>	<b>114.035 €</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>Val.Médio</b>	<b>93.709</b>	<b>20.148</b>	<b>337.354</b>	<b>44.043</b>	<b>-</b>	<b>9.503 €</b>	<b>0,101 €</b>	<b>0,472 €</b>

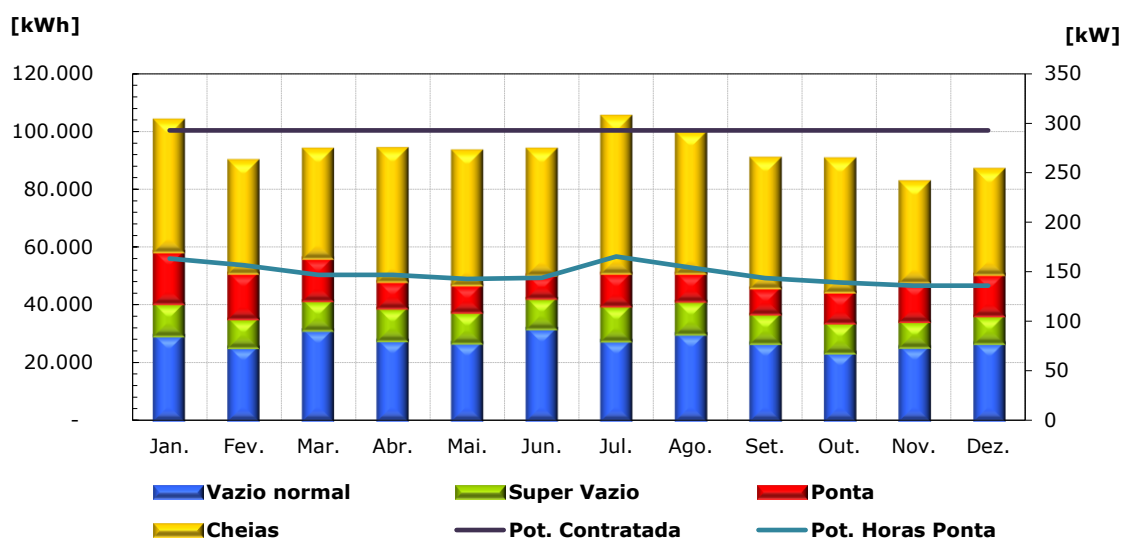
O custo médio por kWh no ano de 2013 foi de 0,101 € (inclui todos os custos com a energia elétrica). O mês com maior consumo de energia elétrica foi o mês de Julho (105.182 kWh), tendo-se registado o menor consumo no mês de Novembro (82.668 kWh).

A Figura 20 e Figura 21 apresentam a evolução dos consumos mensais de energia elétrica em 2013, bem como a evolução do seu custo específico.

O custo específico apresentado na Figura 20 é o quociente entre, o custo de energia pago no final de cada mês e a energia total consumida.

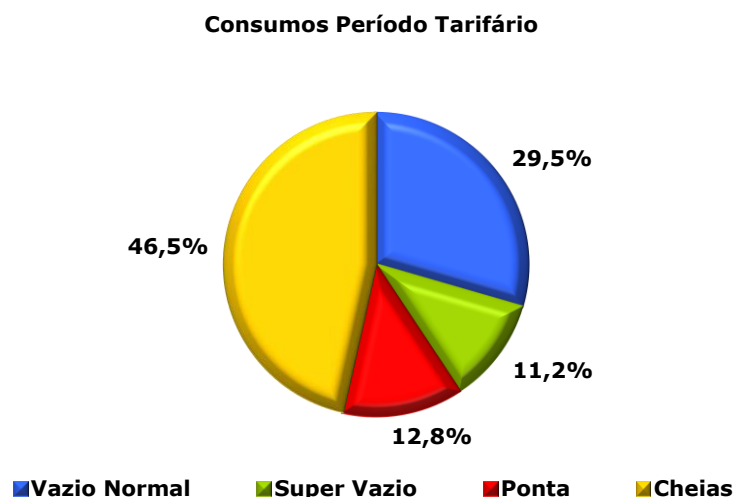


**Figura 20** Variação do consumo e custo específico de Energia Elétrica em 2013.



**Figura 21** Evolução dos Consumos de Energia Elétrica em 2013.





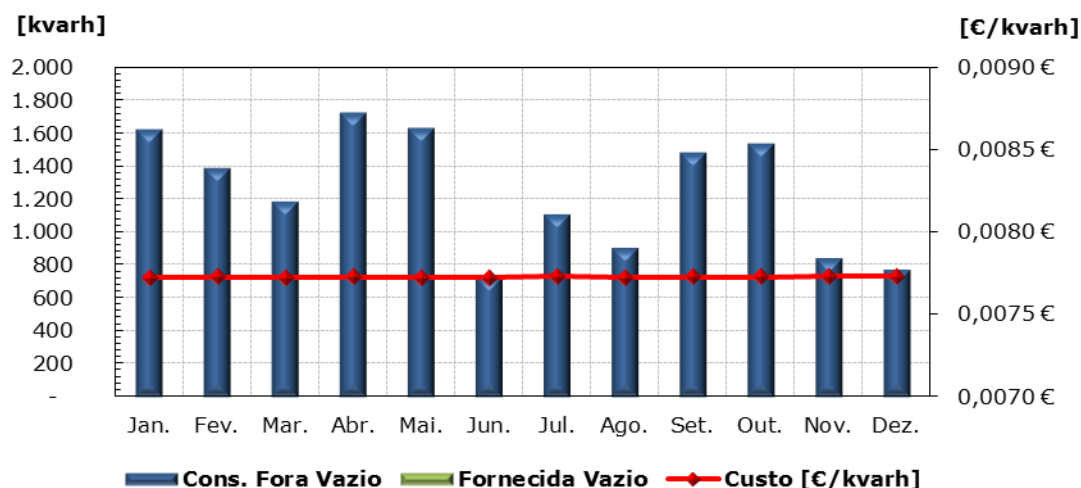
**Figura 22** Distribuição do Consumo de Energia Elétrica por período tarifário.

Como se pode verificar na Figura 22, a distribuição de energia consumida por período tarifário apresenta uma predominância do consumo em período de Cheias, representando este período 46,5% do consumo de energia elétrica. O consumo de eletricidade associado ao período de Vazio Normal representa 29,5%, ao período de Super Vazio foi cerca de 11,2%, correspondendo os restantes 12,8% ao período de Ponta.

#### **4.4.5 Análise do Consumo e Faturação de Energia Elétrica Reativa**

Durante o ano de 2013, foi faturada à empresa 14.951 kvarh de energia reativa consumida fora de vazio, a que correspondeu um custo de cerca de 115 €, representando 0,1% dos custos anuais em energia elétrica. Estes valores evidenciam que as baterias de condensadores existentes compensam na sua maioria o consumo de energia reativa nas horas fora de vazio, no entanto o facto de se pagar uma pequena parcela de energia reativa poderá ter como possível causa o escalonamento dos condensadores.

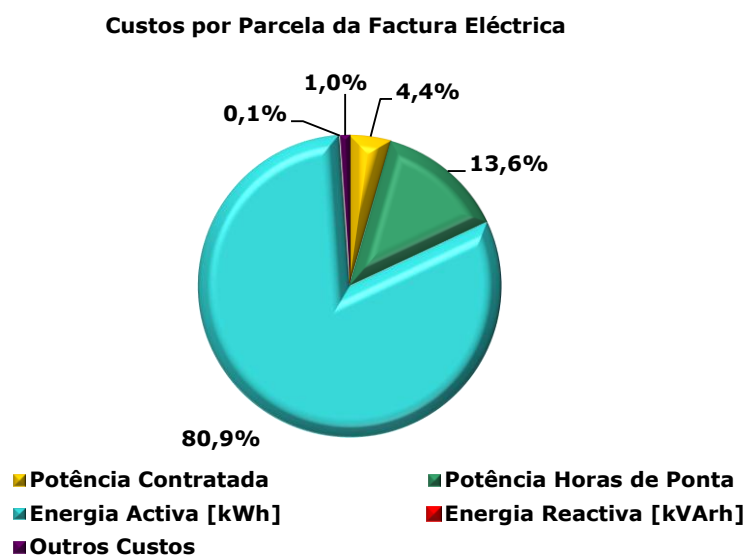
A Figura 23 apresenta a distribuição mensal do fornecimento de energia reativa e do custo específico em 2013.



**Figura 23** Distribuição do consumo/fornecimento e do custo específico de Energia Reativa em 2013.

A repartição dos custos pelas várias componentes da Energia Elétrica é a representada na Figura 24.

A maior parcela dos custos está associada à energia ativa com 80,9% do custo global. O custo da potência em horas de ponta representa 13,6%.



**Figura 24** Distribuição dos custos de Energia Elétrica em 2013.

## 4.5 Componente Energética dos Custos

Pela análise das faturas de energia consumida e a área da zona de vendas do supermercado, constata-se que para uma área de 2.046 m<sup>2</sup>, obteve-se um custo energético de 114.035 €, equivalente a um custo médio de 55,7 €/m<sup>2</sup>, como apresenta a Tabela 16.

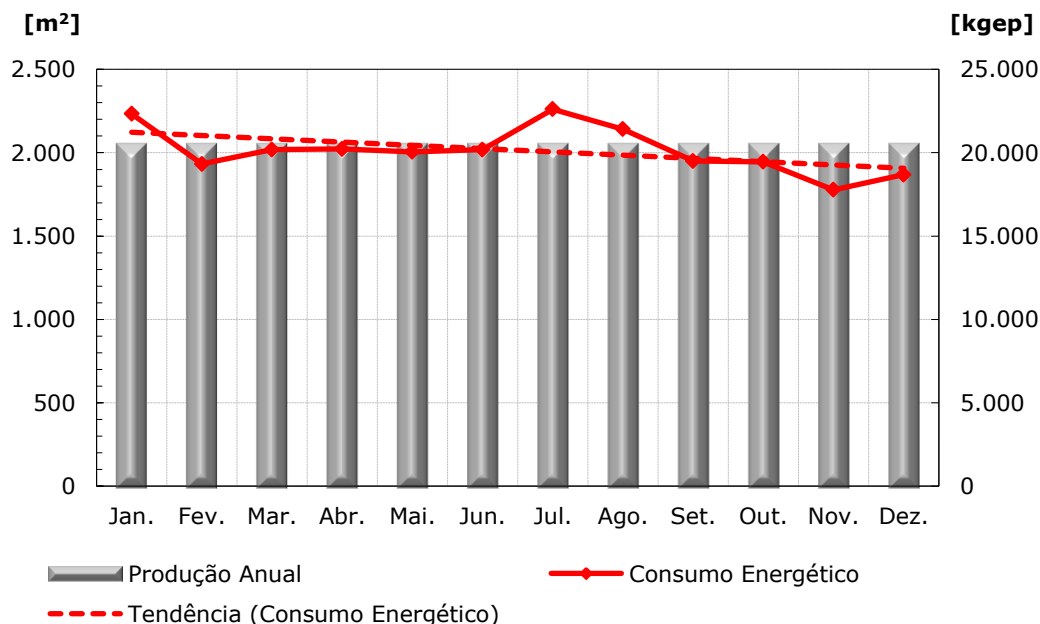
**Tabela 16** Custo médio energético face à área de vendas.

2013	Energia Eléctrica	Área	Componente Energética
	[€]	[m <sup>2</sup> ]	[€/m <sup>2</sup> ]
<b>TOTAL</b>	114.035 €	2.046	55,7

## 4.6 Evolução dos Consumos Energéticos e da Produção Anual

Conforme foi referido para efeitos do cálculo do consumo específico considerou-se o valor da “produção” a área de vendas do supermercado (2.046 m<sup>2</sup>).

Na Figura 25 apresenta-se a evolução do consumo energético em 2013, bem como a tendência da sua evolução neste ano.



**Figura 25** Variação do Consumo Energético e da “Produção” ao longo do ano de 2013.

Analisando o gráfico anterior, onde se traça a linha de tendência do consumo energético, conclui-se que o consumo registou um decréscimo nos últimos meses do ano.

## **4.7 Levantamento Energético à Instalação CIE**

### **4.7.1 Caracterização da Instalação Elétrica**

A instalação comercial é abastecida em Média Tensão de 15 kV sendo a distribuição de energia na instalação efetuada em Baixa Tensão, 400 V, através de um posto de transformação com um transformador de 630 kVA.

Atualmente a energia elétrica está a ser faturada no mercado liberalizado através da ENDESA Energia, S.A., segundo a tarifa tetra-horária, ciclo de contagem semanal.

Existem instalados, em alguns circuitos, contadores de energia elétrica e analisadores de energia com a função de possibilitar a monitorização dos consumos dos circuitos mais importantes, como é o exemplo da central de frio, da climatização (unidades de climatização e *chiller* dos escritórios) e alguns circuitos de iluminação da área de vendas.

Na Figura 26 apresenta-se um esquema simplificado da rede elétrica da instalação, indicando-se os principais consumidores de energia.

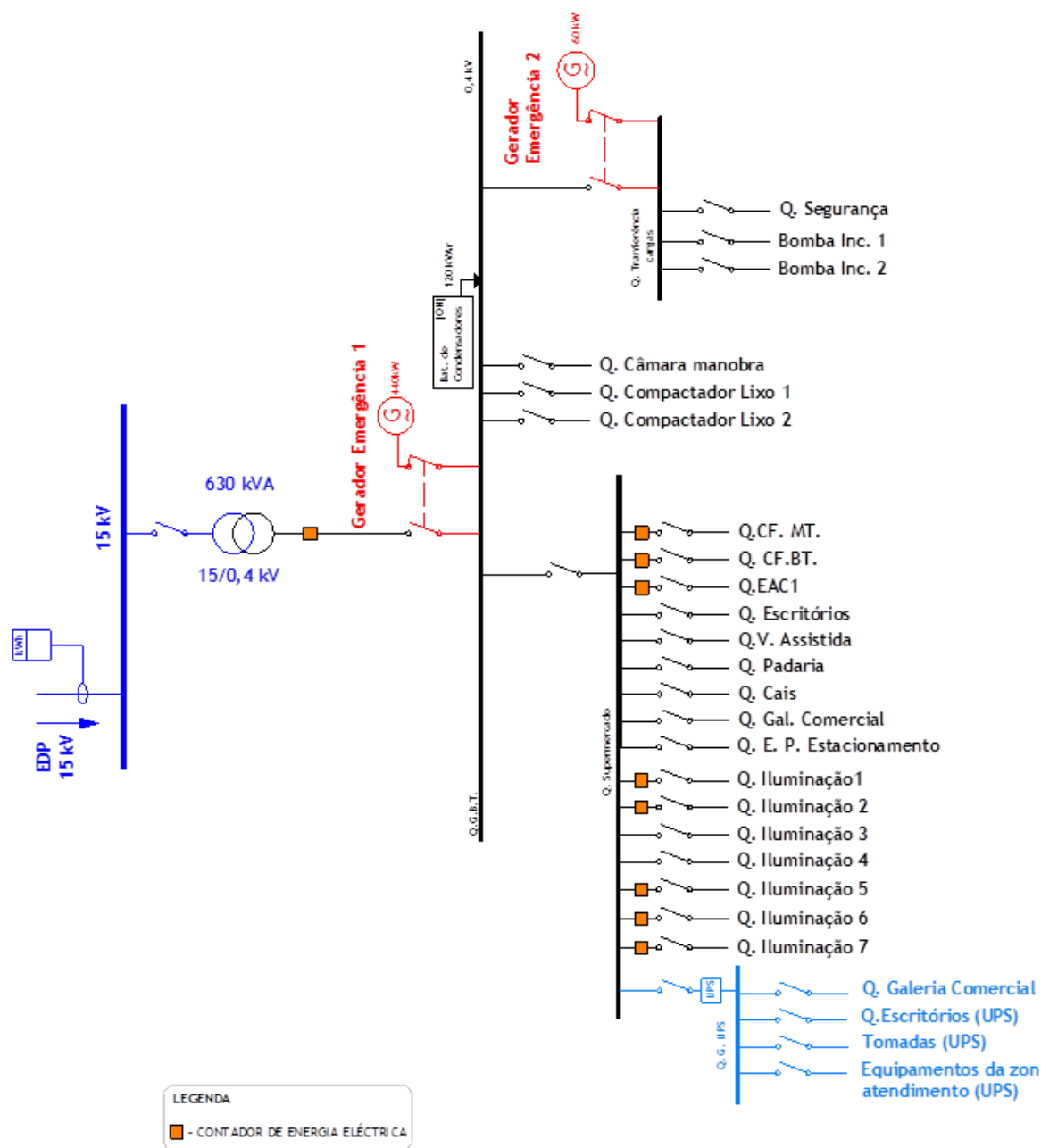


Figura 26 Esquema simplificado da rede elétrica.

### 4.7.2 Postos de Transformação

Na Tabela 17 apresentam-se as características do transformador existente.

**Tabela 17 Características dos transformadores.**

Local	Transf. N.º	Marca	Potência [kVA]	Ucc [%]	Tensão		Tipo	Ano
					Primário [V]	Secundário [V]		
PT	TR1	FranceTransfo	630	6,0	15.000	400	Dyn05	2008



**Figura 27 Transformador.**

### 4.7.3 Sistemas de Alimentação de Emergência

A instalação comercial dispõe de dois geradores de emergência para precaver a situação de indisponibilidade ou ausência de energia elétrica proveniente da rede, periódica ou prolongada. O gerador de maior capacidade (440 kVA) alimenta todos os circuitos que saem do QGBT, enquanto o gerador de menor capacidade (60 kVA) alimenta apenas o Q. Transferência de Cargas. Existe ainda uma UPS que garante o fornecimento contínuo de alguns circuitos e/ou equipamentos prioritários (tais como os aparelhos de iluminação de emergência, equipamentos das linhas de caixas, alguns equipamentos das zonas de atendimento, equipamentos de vigia e segurança, equipamentos informáticos, etc.).

Na Tabela 18 apresentam-se as principais características dos geradores de emergência.

**Tabela 18 Características do gerador de emergência.**

Marca	Potência		Corrente [A]	cos φ	Ano
	[kVA]	[kW]			
SDMO	440	352	635	0,8	2008
SDMO	60	48	87	0,8	2008



**Figura 28 Geradores de emergência.**

#### **4.7.4 Bateria de Condensadores**

Existe uma bateria de condensadores no QGBT Figura 29, com o objetivo de compensar o consumo de energia reativa pelos equipamentos indutivos, sendo as suas características apresentadas na Tabela 19.

**Tabela 19 Características da bateria de condensadores.**

Local	Marca	Potência total	Escalões	Data
		[kVAr]		
QGBT	Merlin Gerin	120,0	3	2008



**Figura 29 Baterias de condensadores.**

#### **4.7.5 Caracterização dos Sistemas de Produção de Água Quente**

A produção de água quente sanitária é assegurada por três termoacumuladores elétricos Figura 30, instalados na padaria, na zona de lavagens e nos balneários, sendo os mesmos caracterizados na Tabela 20.

Existe na central de frio um sistema de recuperação de calor, na central de positivos e negativos, do gás à saída dos compressores que circula nos permutadores e transfere a energia para a água. No entanto, verificou-se durante a auditoria que este sistema não estava a funcionar. Este circuito tem duas bombas de circulação BC 1.1/BC 1.2 (1 de reserva) que não estavam a funcionar. A água quente seria armazenada no depósito existente com uma capacidade de 1.000 litros. Note-se que a água neste depósito estava a 17°C.

Na Tabela 21 apresentam-se as características destes equipamentos.

**Tabela 20 Características dos equipamentos de produção de água quente.**

<b>AQS</b>	<b>[unid.]</b>	<b>Termoacumulador</b>	<b>Termoacumulador</b>	<b>Termoacumulador</b>
<b>Localização</b>	-	Balneário	Zona Lavagens	Padaria
<b>Marca</b>	-	ARIEROM	ARIEROM	ARIEROM
<b>Modelo</b>	-	VA1N150	VA1N150	VA1N50
<b>Pressão máxima</b>	<b>[bar]</b>	6	6	6
<b>Tempo de aquecimento</b>	<b>[h]</b>	2,5	2,5	2,5
<b>Potência máxima</b>	<b>[kW]</b>	3	3	1,2
<b>Volume</b>	<b>[L]</b>	150	150	50

**Tabela 21 Características das bombas de AQS.**

<b>Bomba</b>	<b>[unid.]</b>	<b>Sistema AQS</b>
<b>Quantidade</b>	<b>[unid.]</b>	2
<b>Função</b>	-	Circuito AQS
<b>Marca</b>	-	Grundfos
<b>Modelo</b>	-	TPD 32-180/2 A-F-A-BUBE
<b>Caudal</b>	<b>[m³/h]</b>	6,6
<b>Altura man.</b>	<b>[m]</b>	11,1
<b>Vel. de rotação</b>	<b>[rpm]</b>	2840
<b>Motor</b>		
<b>Modelo</b>		MG71B2-14FT85-C
<b>Potência</b>	<b>[kW]</b>	0,55
<b>Vel. de rotação</b>	<b>[rpm]</b>	2830





**Figura 30 Equipamentos de produção de AQS, bombas de circulação e depósito de acumulação.**

#### **4.7.6 Caracterização do Sistema de Climatização**

O sistema de climatização do estabelecimento é constituído por diversos tipos de equipamentos Figura 31, Figura 32 e Figura 33, descritos de seguida:

- *Chiller* – unidade de produção de água refrigerada e água quente, do tipo bomba de calor. Nas condições *Eurovent* este *chiller* possui uma potência de arrefecimento de 44,1 kW e uma potência de aquecimento de 47,8 kW. Dispõe de dois compressores do tipo *scroll*, com um regime de funcionamento de 0% – 50% - 100%, cada compressor, e o fluido frigorigéneo é o R-410A. Este equipamento é responsável pela produção de água refrigerada/quente, que posteriormente é enviada para os ventiloconvectores e UTA que climatizam os escritórios;
- UTA – unidade de tratamento de ar compacta a 2 tubos, que promove o arrefecimento ou aquecimento do ar ambiente, através da circulação de água fria ou quente proveniente do *chiller* bomba de calor. Esta UTA climatiza a zona de escritórios;

- VC – ventiloconvectores que promovem a climatização do ar ambiente dos escritórios, através da circulação da água fria ou de água quente;
- *SPLIT* – unidades de climatização autónomas do tipo expansão direta. Estes equipamentos estão instalados em espaços específicos, nomeadamente, na sala do segurança, na sala dos quadros elétricos e na sala de manutenção;
- *ROOFTOP* – unidades de climatização do tipo bomba de calor, que utilizam o R410A como refrigerante. Existem 3 unidades designadas por UCA 1, UCA 2 e UCA 3 que fazem a climatização da área de vendas. As unidades apresentam a possibilidade de fazer “*free-cooling*”, sempre que as condições o permitam;
- VE – ventiladores de extração em algumas áreas específicas;
- VI – ventilador de insuflação na padaria e na central de frio;
- VED – ventiladores de desenfumagem do parque de estacionamento.

O controlo das temperaturas e do regime de funcionamento das diversas unidades de climatização é feito de forma automática.

Na Tabela 22 apresentam-se os valores da parametrização e do regime de funcionamento dos equipamentos de climatização. Atualmente, o controlo é feito manualmente pelo responsável da manutenção, que liga as unidades apenas quando é necessário.

**Tabela 22 Parametrização dos equipamentos de climatização.**

Unidades	Local a Climatizar	Set-point (°C)	Horário
<b>UCA's</b>	Área de Vendas	23 a 27,5	Seg. a Dom. >> 7h30 - 9h30 / 15h00 - 18h00
<b>VC's</b>	Escritórios	27	Seg. a Dom. >> 7h15 - 19h41
<b>Chiller</b>	Escritórios	-	Seg. a Dom. >> 6h00 - 20h00
<b>Ventiladores</b>	Área técnica	-	Seg. a Dom. >> 3h00 - 22h00
<b>Ventiladores</b>	Padaria	-	Seg. a Dom. >> 6h00 - 20h00
<b>Ventiladores</b>	Charcutaria	-	Seg. a Dom. >> 8h00 - 22h00
<b>Equipamentos do QEAC0.3</b>	Galeria	-	Seg. a Dom. >> 6h00 - 20h00

De seguida apresentam-se na Tabela 23, Tabela 24 e Tabela 25 as características dos equipamentos que atrás foram descritos.

**Tabela 23 Características dos equipamentos de climatização.**

Climatização	[unid.]	Chiller	UTA	Split	Split	Rooftop
Local a climatizar	-	Escritórios	Escritórios	Segurança	QGBT	Área de vendas
Marca	-	Lennox	EVAC	SANYO	SANYO	Lennox
Modelo	-	EAR0472SM2HN	n.d.	SAP-CRV96EH	SAP-CRV126EH	FHM 085N
Caudal de ar	[m³/h]	-	n.d.	n.d.	n.d.	15000
Pot. Absorvida arref.	[kW]	15,2	n.a.	0,775	1,025	29,6
Pot. Absorvida aquec.	[kW]	-	n.a.	0,915	1,105	-
Potência Arrefecimento	[kW]	44,1	n.d.	2,5	3,3	84,4
Potência Aquecimento	[kW]	47,8	n.d.	3,3	4	82,9
COP	-	3,00	n.a.	3,61	3,62	3,16
EER	-	2,90	n.a.	3,23	3,22	2,77
Nº de Equipamentos	[unid.]	1	1	1	1	3

n.d. - não determinado

n.a. - não aplicável



**Figura 31 Equipamentos do sistema de AVAC.**

**Tabela 24 Características dos ventiladores de extração.**

Ventilador de extração	[unid.]	VE1	VE2	VE3	VE4	VE5	VE6	VE7	VE8	VE9
Local	-	IS	Sala chefe de caixa	Apoio Cliente	Escritórios	Refeitório	Arm. Não alimentar	IS	Padaria	Limp./segurança
Marca	-	Systemair	Systemair	Systemair	Systemair	Systemair	Systemair	EVAC	FranceAir	Systemair
Modelo	-	DVS 310EV	DVS 225EV	DVS 355 DV	DVS 355 DV	DVS 190 EZ	DVS 400DV	n.d.	F100-120	DVS 225EV
Vel. Rotação do motor	[rpm]	1365/750	1410/1220	1300/969	1300/970	2630/1380	1350/1060	n.d.	-	1410/1220
Potência motor	[kW]	0,125/0,09	0,04/0,02	0,24/0,16	0,24/0,17	0,08/0,04	0,44/0,31	n.d.	3	0,04/0,02
n.d. - não determinado										
Ventilador de extração	[unid.]	VE10	VE11	VE 12	VE 13	VE 14	VE 15	VE 16	VE 17	VE 18
Local	-	Ante-câm padaria	Pala de Frescos	Hotte assador	Arm. alimentar	Central de frio	QGBT	Manutenção	Recepção	Sala PT
Marca	-	Systemair	EVAC	FranceAir	Systemair	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Modelo	-	DVS 225EV	n.d.	F100-120	DVS 400 DV	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Vel. Rotação do motor	[rpm]	1410/1220	n.d.	1000	1324	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Potência motor	[kW]	0,04/0,02	n.d.	3	0,44/0,31	1,1	0,08	0,08	0,55	0,25

n.d. - não determinado



**Figura 32 Ventiladores de extração.**

**Tabela 25 Características dos ventiladores de insuflação.**

Ventilador de insuflação	[unid.]	VI 1	VI 2
<b>Local</b>	-	Padaria	Central frio
<b>Potência motor</b>	[kW]	1,1	0,75



**Figura 33 Ventiladores de insuflação.**

#### **4.7.7 Caracterização da Central de Frio**

Para a produção de frio industrial, utilizado na conservação e na congelação dos alimentos, existem duas centrais, compostas pelos equipamentos de produção de frio a média temperatura (mt) e baixa temperatura (bt).

A central bt é constituída por três compressores alternativos, tipo semi-hermético de 15 kW cada. Fazem também parte do circuito de frio um condensador a ar existente na cobertura, constituído por 3 ventiladores, e ainda os evaporadores instalados nas câmaras frigoríficas e nos expositores. O gás refrigerante usado na central é o R-404A.

A central mt é constituída por três compressores alternativos, tipo semi-hermético de 26 kW cada. Fazem também parte do circuito de frio um condensador a ar existente na cobertura, constituído por 10 ventiladores, e ainda os evaporadores instalados nas câmaras frigoríficas e nos expositores. O gás refrigerante usado na central é o R-404A.

A central de frio está equipada com o sistema CRO (*Compressor Rack Optimization*), o qual permite o controlo da pressão de aspiração, bem como a condensação flutuante. Este sistema permite a variação do set-point de aspiração, de acordo com as necessidades atuais da instalação de frio. Em relação à condensação flutuante, verifica-se que este sistema permite a regulação da pressão de condensação em função da temperatura exterior. Este sistema CRO está integrado no sistema *Dixell XWEB 5000*, que permite a monitorização automática de todos os equipamentos de frio, bem como da iluminação associada aos mesmos.

A iluminação dos expositores de frio é alimentada a partir do quadro elétrico da central de frio.

Na Tabela 26 e Figura 34, apresentam-se as características dos equipamentos (compressores e ventiladores) de produção de frio industrial para as câmaras e expositores referidos.



**Tabela 26 Equipamento da Central de Frio (compressores e ventiladores).**

Compressores	[unid.]	Baixa Temperatura	Média Temperatura
Marca	-	BITZER	BITZER
Modelo	-	4G-20.2Y-40P	6H-35.2Y-40P
Quantidade	[unid.]	3	3
Vel. de rotação	[rpm]	1450	1450
Caudal	[m³/h]	84,6	110,5
<b>Características eléctricas</b>			
Tensão	[V]	380-420	380-420
Corrente máx.	[A]	37	61
Potência eléctrica	[kW]	15	26
Condensadores		Baixa Temperatura	Média Temperatura
Marca	-	CENTAURO	CENTAURO
Quantidade	[unid.]	1	1
Modelo	-	VAC-FI-90	VACD-FI-300
Nº Ventiladores	[unid.]	3	10
Tensão	[V]	400	400
Potência (Y/Δ)	[kW]	3 x 1,2/1,84	10 x 1,2/1,84

n.d. - não determinado



**Figura 34 Equipamentos da central de frio.**

Realça-se o facto de existir, na central de frio, um sistema de recuperação de calor do gás quente à saída dos compressores, de cada uma das centrais de frio (mt e bt). O sistema de recuperação de calor é constituído por dois permutadores de calor de placas, um para cada uma das centrais, nos quais se faz passar o gás quente proveniente dos compressores, este calor é aproveitado para aquecer a água quente sanitária do estabelecimento. No entanto, durante a auditoria verificou-se que este sistema estava desativado.

Para a conservação e congelação dos alimentos existem 10 câmaras frigoríficas (8 câmaras de conservação e 2 de congelação). As câmaras estão individualizadas consoante a natureza dos alimentos e as respetivas temperaturas de conservação ou de congelação.

As câmaras existentes são as seguintes:

- **Câmaras de Conservação:** Talho, Peixaria, Lacticínios, Charcutaria, Padaria, Bacalhau, Aves e Peixe fresco.
- **Câmaras de Congelação:** Congelados e Congelados Padaria.

Existem, ainda, laboratórios de preparação de alimentos, nomeadamente o do Talho e Charcutaria. O acesso à maior parte das câmaras é feito através de zonas refrigeradas.

Na Tabela 27 indicam-se as características dos evaporadores existentes nas câmaras frigoríficas, laboratórios e corredores climatizados.

**Tabela 27 Evaporadores das câmaras frigoríficas.**

Câmaras Frigoríficas	Porta com Lamelas	Porta para Laboratório	Porta para Buffer	Evaporadores			
				Quant.	Marca	Modelo	Pot. Total [W]
Câmaras de conservação							
Câmara Talho	sim	não	sim	1	CENTAURO	MT/G-436	360
Câmara Peixaria	sim	não	não	1	CENTAURO	n.d.	-
Câmara Peixe Fresco	sim	não	não	1	CENTAURO	n.d.	-
Câmara de Lacticínios	sim	não	não	1	CENTAURO	MT-429	240
Câmara Aves	sim	não	não	1	CENTAURO	BWK/G-122.0	73
Câmara Charcutaria	sim	não	sim	1	CENTAURO	MT-424	240
Câmara Bacalhau	não	não	não	1	CENTAURO	RWK/122.6	873
Câmara Padaria	sim	não	sim	1	CENTAURO	CB/G-20	146
Câmaras de congelação							
Câmara Congelados	sim	não	sim	1	CENTAURO	DD/G-736-ESP	2.340
Câmara Congelados Padaria	sim	não	sim	1	CENTAURO	DD/G-736-ESP	2.340
Laboratórios							
Lab. Charcutaria	não	-	sim	1	CENTAURO	n.d.	n.d.
Lab. Talho	não	-	sim	1	CENTAURO	ERK 12- 4830	90
Corredores climatizados (BUFFER)							
Buffer 1 Talho/Charcutaria	-	-	-	1	CENTAURO	ERK-12/4621	90
Buffer 2 Congelados	-	-	-	1	CENTAURO	ERK-12/4621	90
Buffer 3 Padaria	-	-	-	1	CENTAURO	n.d.	n.d.

n.d. - não determinado

Relativamente à descongelação, esta é feita, através de gás quente nas câmaras de congelados, enquanto que, nas câmaras de conservação a descongelação é feita cortando a admissão do fluído refrigerante ao evaporador e permanecendo o ventilador em funcionamento, alguns dos evaporadores possuem ainda resistências elétricas para auxiliar a descongelação.

Todas as câmaras, com a exceção da câmara do bacalhau, possuíam lamelas de plástico nas portas para minimizar as perdas térmicas durante os períodos de abertura das mesmas.

Para a exposição dos produtos na área de vendas existem expositores de conservação e de congelação dos alimentos. Na Tabela 28 apresentam-se as respetivas características.

**Tabela 28 Características dos expositores de frio de conservação e congelação.**

Tipo	Sector	Localização	Marca	Gama	Modelo	Nº de Módulos	Tipo de Protecção	Estores em falta
Vitrine	Padaria	A.Vendas	Bonnet Névé	n.d.	Aeria Modular CO.125	1	Estores	1
Ilha peixe congelado	Peixaria	A.Vendas	Bonnet Névé	n.d.	XC0386	2	Portas	0
Vitrine	Charcutaria	A.Vendas	Bonnet Névé	Maxima	L GE SR.BCT.DC/LS	2	Não tem	0
Vitrine	Take-away	A.Vendas	Bonnet Névé	n.d.	EC29882320161	1	Portas	0
Mural	Charcutaria	A.Vendas	KOXKA	n.d.	KI-RTR-6	1	Não tem	0
Vitrine	Charcutaria	A.Vendas	Bonnet Névé	n.d.	EC2982320381	1	Não tem	0
Vitrine	Talho	A.Vendas	Bonnet Névé	Maxima	L GE SR.SBT. LC	1	Portas	0
Mural misto	Talho	A.Vendas	Bonnet Névé	n.d.	XE0224	1	Portas	0
Mural	Talho	A.Vendas	Bonnet Névé	Proxima	RD 5 250C	2	Portas	0
Mural	Talho	A.Vendas	Bonnet Névé	Proxima	RD 5 375C	1	Portas	0
Mural topo	Lacticínios	A.Vendas	Bonnet Névé	Proxima	RD 5 TG 188B	1	Estores	1
Mural topo	Iogurtes	A.Vendas	Bonnet Névé	Proxima	RD 5 TG 188B	1	Estores	0
Mural topo	Lacticínios	A.Vendas	Bonnet Névé	Proxima	RS 5 TG 188B	1	Estores	0
Mural	Lacticínios	A.Vendas	Bonnet Névé	Proxima	RS 5 375B	2	Estores	3
Mural	Lacticínios	A.Vendas	Bonnet Névé	Proxima	RS 5 375B	2	Estores	2
Mural	Lacticínios	A.Vendas	Bonnet Névé	Proxima	RS 5 250B	1	Estores	0
Mural	Lacticínios	A.Vendas	Bonnet Névé	Proxima	RS 5 250B	1	Estores	0
Mural topo	Queijos	A.Vendas	Bonnet Névé	Proxima	TG 2R 295 188C	1	Estores	1
Mural	Queijos	A.Vendas	Bonnet Névé	Proxima	RS 5 250C	2	Estores	1
Mural	Queijos	A.Vendas	Bonnet Névé	Proxima	RS 5 375C	1	Estores	2
Mural topo	Charcutaria	A.Vendas	Bonnet Névé	Proxima	TG 2R 295 188C	1	Estores	2
Mural topo	Bacalhau	A.Vendas	Bonnet Névé	Proxima	ID 5 TG 188I	1	Estores	2
Mural	Frutas e Legumes	A.Vendas	Bonnet Névé	Proxima	LL S5 250C	2	Estores	1
Mural	Frutas e Legumes	A.Vendas	Bonnet Névé	Proxima	LL S5 375C	1	Estores	2
Ilhas topo	Congelados	A.Vendas	Bonnet Névé	n.d.	XC0319	4	Portas	0
Ilhas	Congelados	A.Vendas	Bonnet Névé	n.d.	XC0346	4	Portas	0
Ilhas	Congelados	A.Vendas	Bonnet Névé	n.d.	XC0348	8	Portas	0

n.d. - não determinado

#### 4.7.8 Caracterização da Iluminação Interior

Neste estabelecimento, a iluminação apresenta-se como o segundo maior consumidor de energia elétrica. A principal parcela do consumo total da instalação em iluminação verifica-se na área de vendas.

A iluminação dos espaços interiores é garantida por luz artificial e por luz natural. Existem diversos tubos solares distribuídos por toda a área de vendas e armazéns que têm como função captar a luz natural e orientá-la através do tubo revestido, interiormente, por material extremamente refletor, o qual minimiza a dispersão dos raios e permite um fornecimento de luz a distâncias consideráveis, sem transmissão de calor ou frio. A iluminação de teto da área de vendas permite a regulação de fluxo em função da luz natural incidente na loja. No entanto, durante a visita verificou-se que este sistema não estava a



funcionar de uma forma automática, ou seja, a regulação do fluxo luminoso é contante não variando em função da luminosidade exterior.

A iluminação de teto é essencialmente constituída por lâmpadas fluorescentes tubulares com balastro eletrónico. A iluminação de realce (zonas de atendimento e zona de frutas e legumes) é constituída por lâmpadas de descarga (iodetos metálicos). A iluminação dos expositores de frio é constituída por lâmpadas fluorescentes tubulares com balastro eletrónico e por lâmpadas do tipo LED.

Nos balcões de atendimento existem ainda lâmpadas fluorescentes tubulares com balastro eletrónico. A iluminação das gôndolas é do tipo fluorescente com balastro ferromagnético.

Para além da área de vendas, a iluminação da loja compreende ainda os Armazéns, as Zonas Técnicas e os Escritórios, sendo dotada maioritariamente por lâmpadas fluorescentes com balastro eletrónico.

No exterior a iluminação é maioritariamente do tipo vapor de sódio, existindo também na entrada da loja iluminação do tipo iodetos metálicos.

No parque de estacionamento a iluminação utilizada é do tipo fluorescente tubular com balastro eletrónico.

O controlo do regime de funcionamento da iluminação de teto, bem como as condições de funcionamento destes circuitos (regulação de fluxo) é feito através de um sistema automático denominado SARF (sistema automático de regulação do fluxo).

Relativamente ao controlo do regime de funcionamento apresenta-se, de seguida, a descrição do modo de realização desse controlo em cada um dos principais sectores consumidores.

#### **4.7.9 Área de vendas (teto) e galeria**

A instalação elétrica da iluminação principal da área de vendas e galeria está subdividida em diversos circuitos. Os circuitos de iluminação são controlados automaticamente através do sistema SARF.

Linhas da 1 à 8 de fluorescentes tubulares (com exceção da iluminação de emergência que fica 24h ligada, com fluxo luminoso 100%):

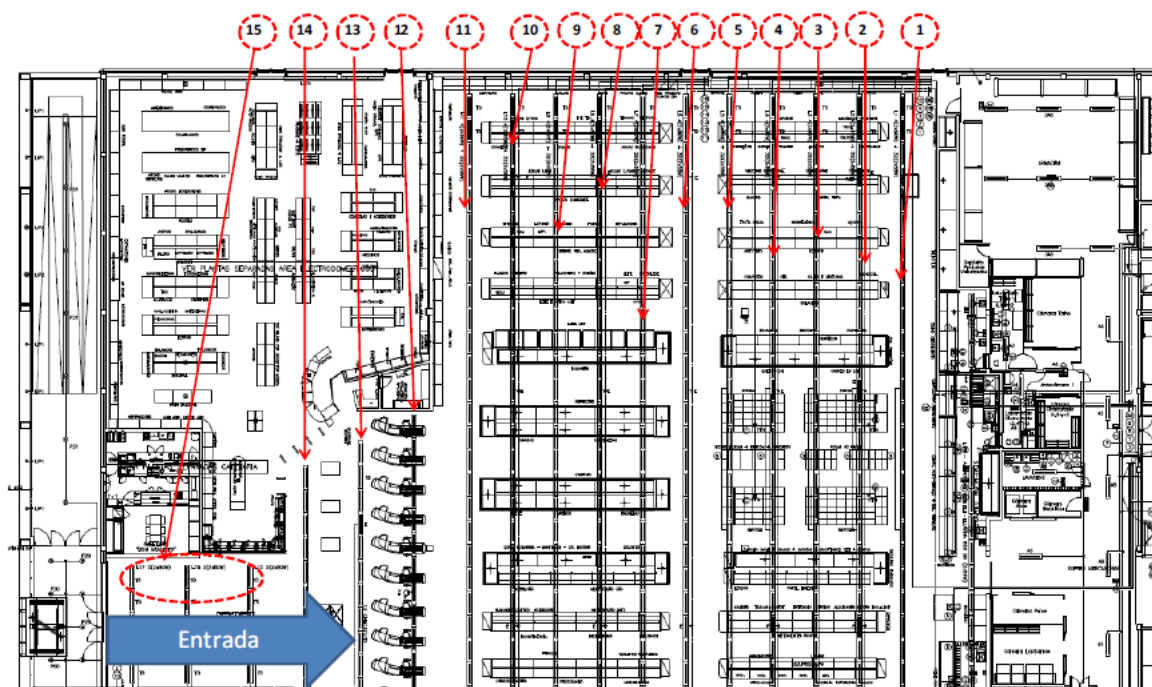
- 21% do fluxo luminoso das 4h42 às 8h25
- 36% do fluxo luminoso das 8h25 às 22h
- 21% do fluxo luminoso das 22h03 às 23h06
- desliga das 23h06 às 4h42

Linhas da 9 à 15 de fluorescentes tubulares (com exceção da iluminação de emergência que fica 24h ligada, com fluxo luminoso 100%):

- 36% do fluxo luminoso das 8h30 às 23h06

A iluminação de emergência permanece sempre ligada e corresponde a cerca de 28 armaduras de FT 2x73W.

Na **Erro! A origem da referência não foi encontrada.** está representada a identificação das luminárias/linhas, em função da numeração descrita anteriormente.



**Figura 35** Identificação das luminárias/fiadas instaladas na instalação comercial.

#### **4.7.10 Área de Vendas (iluminação das gôndolas)**

A iluminação de realce das gôndolas existentes na área de vendas permanece ligada durante 24 horas.

#### **4.7.11 Área de Vendas (frutas e legumes)**

A iluminação localizada da zona de frescos (frutas e legumes) existentes na área de vendas é controlada através de interruptor horário localizado Quadro Venda Assistida (Q.V. Assistida), da seguinte forma: liga às 8h30 e desliga às 22h.

#### **4.7.12 Área de Vendas (Padaria)**

A iluminação da padaria (fluorescente tubular e projetores de iodetos metálicos) é controlada através de interruptor horário localizado no Quadro Padaria (Q. Padaria), da seguinte forma: liga às 8h30 e desliga às 22h.

#### **4.7.13 Área de Vendas (zonas de atendimento, exceto Padaria)**

Iluminação fluorescente tubular – A fiada de iluminação fluorescente das zonas de atendimento é controlada através de interruptor horário localizado no Quadro Venda Assistida (Q.V. Assistida), da seguinte forma: liga às 6h e desliga às 22h45.

Iluminação de realce (projetores de iodetos metálicos) – é controlada através de interruptor horário localizado no Q. Venda Assistida, da seguinte forma: liga às 8h30 e desliga às 22h.

#### **4.7.14 Área de Vendas (iluminação dos expositores de frio)**

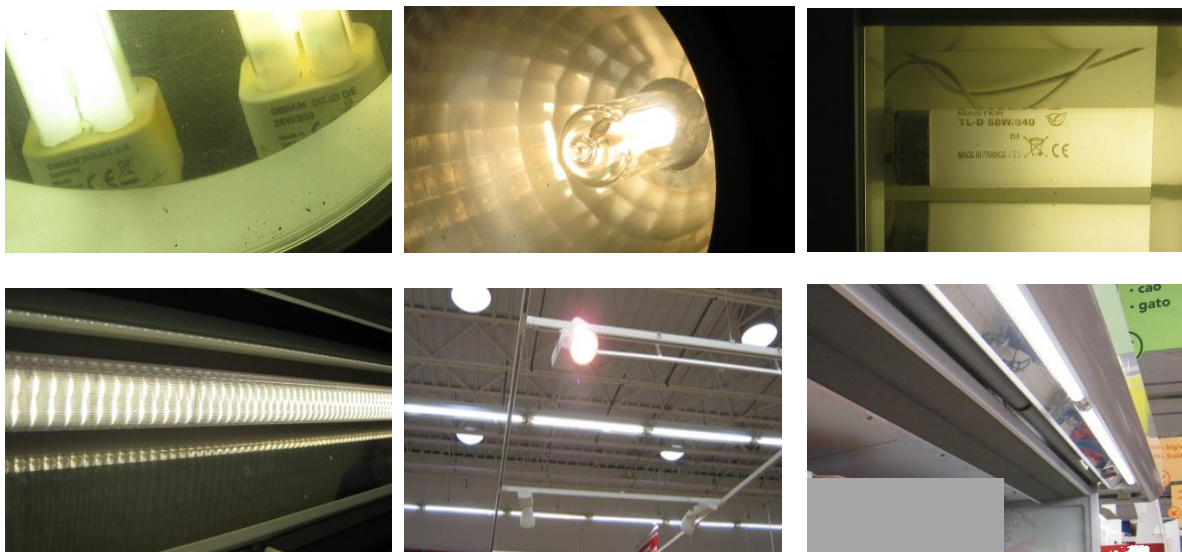
A iluminação dos expositores de frio é alimentada a partir do Quadro Elétrico da Central de Frio. O controlo desta iluminação é feito automaticamente através do sistema *Dixell* da seguinte forma: liga às 8h30 e desliga às 23h30.

#### **4.7.15 Área de Vendas (iluminação da galeria)**

Alguns circuitos de iluminação da galeria são controlados através de interruptor horário localizado no Quadro Galeria Comercial (Q. Galeria Comercial) da seguinte forma:

- Iluminação Sanitários/Galeria comercial: liga às 8h26 e desliga às 23h.

Na Figura 36 apresenta-se o tipo de iluminação existente na loja.



**Figura 36 Iluminação existente no interior da loja.**

#### **4.7.16 Iluminação Exterior**

Os circuitos de iluminação exterior são controlados através de interruptor horário localizado no Quadro Galeria Comercial (Q. Galeria Comercial) da seguinte forma:

- Interruptor 1:

C1: liga às 19h e desliga às 23h20 (rampa + lampiões)

C2: liga às 19h e desliga às 23h20 (lateral + reclame)

- Interruptor 2:

C1: liga às 19h e desliga às 23h20 (reclame da instalação)

C2: liga às 19h e desliga às 23h20 (proj. pavimento) desativado

Associado a estes interruptores estão instaladas duas células fotoelétricas que não estavam a funcionar.

#### **4.7.17 Armazéns e Zonas técnicas**

Nos armazéns e zonas técnicas o controlo da iluminação é feita quer de modo manual quer de modo automático, através de detetores de movimento.

#### **4.7.18 Parque de estacionamento subterrâneo**

Os circuitos de iluminação do parque são alimentados a partir do Quadro Elétrico Parque de Estacionamento (Q. EPE) e controlados automaticamente através de interruptor horário da seguinte forma:

- Interruptor 1:

C1: liga às 9h e desliga às 22h30 (iluminação hall de entrada)

C2: liga às 19h15 e desliga às 22h15 (iluminação saídas exteriores)

- Interruptor 2:

C1: liga às 8h e desliga às 22h30 (parte dos circuitos de iluminação)

C2: liga às 8h e desliga às 22h20 (parte dos circuitos de iluminação)

As Tabela 29 e Tabela 30 caracterizam a iluminação existente, com indicação por local do tipo de luminária, quantidades, potência e tempos de funcionamento. Estas tabelas resultam do levantamento efetuado no local e pelas informações facultada pela empresa.

**Tabela 29 Caracterização da iluminação existente.**

Local	Tipo	Balast.	Qta.lum	Utiliz. [h]	Potência Tomada [W]		Cons. estim./dia [kWh]	Cons. estim./ano [kWh]
					Por lâmpada	Por luminária		
Área de Vendas	FT 1 x 58 E		16	14,25	58	54	6,8	2.465
	FT 2 x 73 E		269	13,5	73	149	297,6	108.327
	FT 2 x 73 E		41	14,5	73	149	48,7	17.734
	FC 2 x 26 E		5	16,75	26	52	4,4	1.585
	FT 1 x 58 E		1	2	58	54	0,1	39
	FC 1 x 26 E		3	13,5	26	26	1,1	383
	FT 1 x 36 E		4	8	36	36	1,2	419
	FT 1 x 58 E		1	8	58	54	0,4	157
	FT 1 x 18 E		4	8	18	19	0,6	221
	FT 1 x 36 F		35	24	36	46	38,6	14.065
	FT 1 x 36 F		16	24	36	46	17,7	6.430
	FT 1 x 36 F		7	24	36	46	7,7	2.813
	IM 1 x 70		34	13,5	70	90	41,3	15.037
	FT 2 x 58 E		21	16,75	58	109	38,3	13.956
	FT 2 x 36 E		6	13,5	36	71	5,8	2.093
	FT 2 x 58 E		3	13,5	58	109	4,4	1.607
	IM 1 x 70		16	13,5	70	90	19,4	7.076
							<b>534,1</b>	<b>194.408</b>
Área de Vendas	FT 2 x 73 E		9	24	73	149	32,2	11.715
	FT 2 x 73 E		19	24	73	149	67,9	24.732
	FT 2 x 73 E		36	14,5	73	149	42,8	15.571
	FT 2 x 73 E		269	4,75	73	149	70,4	25.641
							<b>213,3</b>	<b>77.659</b>
Armazém / Zonas Técnicas	FT 2 x 58 E		26	3	58	109	8,5	3.095
	FT 1 x 58 E		2	1	58	54	0,1	39
	FT 1 x 58 E		2	1	58	54	0,1	6
	FT 1 x 58 E		3	1	58	54	0,2	8
	FT 4 x 18 F		9	24	18	80	17,3	6.290
	FT 2 x 58 E		3	1	58	109	0,3	17
	FT 1 x 58 E		1	1	58	54	0,1	3
							<b>26,5</b>	<b>9.458</b>
Escritórios	FT 4 x 18 F		2	14	18	80	2,2	815
	FC 2 x 26 E		13	6	26	52	4,1	1.476
	FT 4 x 18 F		14	11	18	80	12,3	4.484
	FT 4 x 18 F		4	11	18	80	3,5	1.281
							<b>22,1</b>	<b>8.058</b>
Vestiários	FT 1 x 58 E		3	3	58	54	0,5	177
	FT 1 x 18 E		3	3	18	19	0,2	62
	FT 1 x 36 E		1	3	36	36	0,1	39
	FT 1 x 36 E		2	3	36	36	0,2	79
	FT 1 x 18 E		3	3	18	19	0,2	62
	FT 1 x 58 E		3	3	58	54	0,5	177
							<b>1,6</b>	<b>596</b>

**Tabela 30 Caracterização da iluminação existente (cont.).**

Local	Tipo	Balast.	Qta.lum	Utiliz. [h]	Potência Tomada [W]			Cons. estim./dia [kWh]	Cons. estim./ano [kWh]
					Por lâmpada	Por luminária	Total		
Iluminação exterior	IM 1 x 70		23	4,5	70	90		9,3	3.391
	FT 2 x 58	E	3	4,5	58	109		1,5	536
	VS 1 x 150		7	8	150	170		9,5	3.465
	FT 2 x 58	E	12	8	58	109		10,5	3.809
	FC 1 x 26	E	3	4,5	26	26		0,4	128
	VS 1 x 250		17	4,5	250	275		21,0	7.658
	VS 1 x 150		4	4,5	150	170		3,1	1.114
								<b>55,2</b>	<b>20.100</b>
Parque de estacionamento inferior	FT 1 x 58	E	12	1	58	54		0,6	236
	FT 2 x 58	E	52	1	58	109		5,7	2.063
	IC 1 x 60		4	3	60	60		0,7	262
	FT 1 x 58	E	11	14,5	58	54		8,6	3.135
	FT 2 x 58	E	20	14,5	58	109		31,6	11.506
	FT 2 x 58	E	4	3	58	109		1,3	476
	FT 1 x 58	E	6	13,5	58	54		4,4	1.592
								<b>52,9</b>	<b>19.271</b>
<b>Total</b>								<b>906 kWh</b>	<b>329.549 kWh</b>
<b>% Total Instalação</b>									<b>29,3%</b>

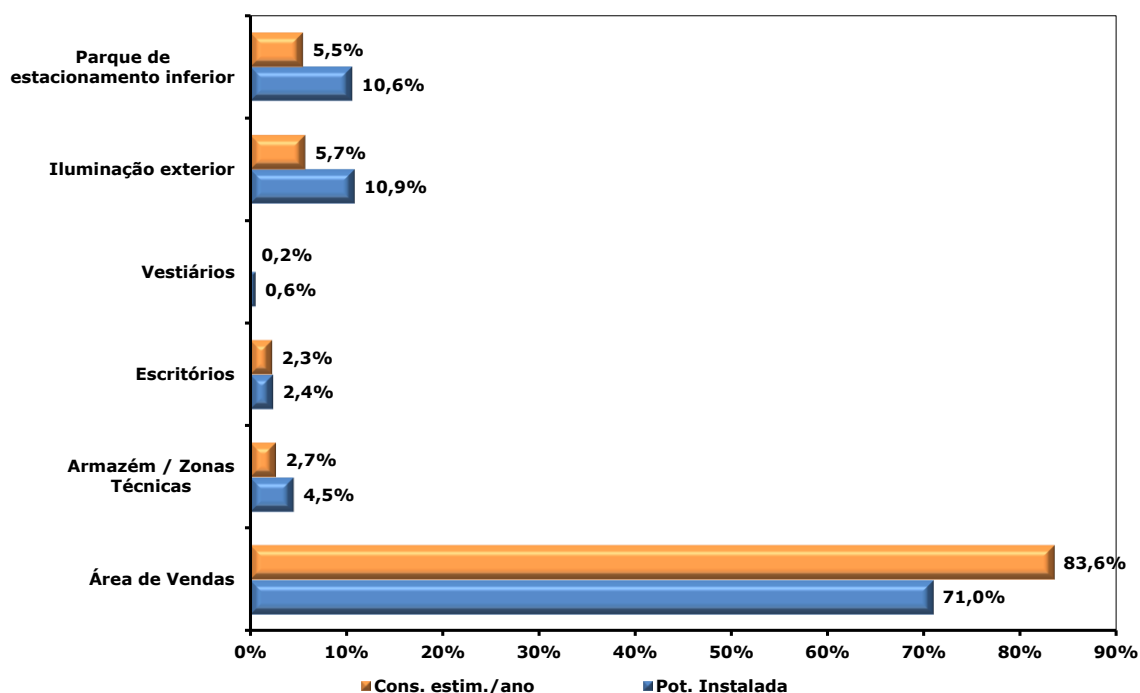
Na Tabela 31 apresenta-se o levantamento da iluminação existente nos móveis de frio (expositores, ilhas e murais). O consumo afeto à iluminação destes equipamentos de frio foi considerada na central de frio, dado que a alimentação elétrica é feita através desse quadro.

**Tabela 31 Caracterização da iluminação existente nos expositores de frio.**

Local	Tipo	Balast.	Qta.lum	Utiliz. [h]	Potência Tomada [W]			Cons. estim./dia [kWh]	Cons. estim./ano [kWh]
					Por lâmpada	Por luminária	Total		
Equipamentos e Expositores de frio	FT 1 x 18	E	2	15	18	19	38	0,6	207
	FT 1 x 21	E	4	15	21	24	96	1,4	524
	FT 1 x 36	E	12	15	36	36	432	6,5	2.359
	FT 1 x 36	E	4	15	36	36	144	2,2	786
	LED 1 x 19		9	15	19	19	171	2,6	934
	LED 1 x 19		8	15	19	19	152	2,3	830
	LED 1 x 10		13	15	10	10	130	2,0	710
	LED 1 x 10		6	15	10	10	60	0,9	328
	LED 1 x 19		7	15	19	19	133	2,0	726
	FT 1 x 36	E	28	15	36	36	1.008	15,1	5504
	FT 1 x 21	E	11	15	21	24	264	4,0	1441
	FT 1 x 25	E	3	15	25	28	84	1,3	459
	FT 1 x 18	E	2	15	18	19	38	0,6	207
	LED 1 x 10	E	8	15	10	10	80	1,2	437
								<b>2.830</b>	<b>42,5</b>
									<b>15.452</b>
Equipamentos e Expositores de frio	LED 1 x 19		16	15	19	19	304	4,6	1.660
	FT 1 x 28	E	4	15	28	31	124	1,9	677
	IC 1 x 60		17	3	60	60	1.020	3,1	1.114
	FT 2 x 36	E	2	18	36	71	142	2,6	930
	FT 2 x 36	E	2	18	36	71	142	2,6	930
	IC 1 x 60		18	3	60	60	1.080	3,2	1.179
	FT 1 x 36	E	2	18	36	36	72	1,3	472
								<b>2.884</b>	<b>19,1</b>
									<b>6.963</b>

Verifica-se que os 330 MWh estimados de consumo energético anual em iluminação correspondem a 29,3 % do consumo total de eletricidade da instalação.

A distribuição da potência instalada e do consumo anual estimado por espaço está representado na Figura 37, onde se pode ver que a iluminação da área de vendas é a mais representativa, com cerca de 83% do consumo anual e 71% da potência total instalada.



**Figura 37** Distribuição por zona da potência instalada e consumo energético estimado em iluminação.

Relativamente à distribuição por tipo de lâmpada, a Tabela 32 e a Figura 38, Figura 39 e Figura 40 apresentam as desagregações relativas à quantidade, potência e consumo anual.

**Tabela 32** Quadro resumo da iluminação.

Tipo de lâmpada	Quant. [unidades]	Potência total [kW]	Consumo anual estimado [kWh]
Fluor. Tubulares	1.300	80,6	287.974
Fluor. Compactas	42	1,1	3.573
Incandescentes	4	0,2	262
Iodetos Metálicos	73	6,6	25.504
<b>TOTAIS</b>	<b>1.447</b>	<b>95,0</b>	<b>329.549</b>

Verifica-se que as lâmpadas fluorescentes tubulares são as mais representativas, quer em termos de quantidade, potência instalada e consumo energético, como se mostra nas figuras que se seguem.

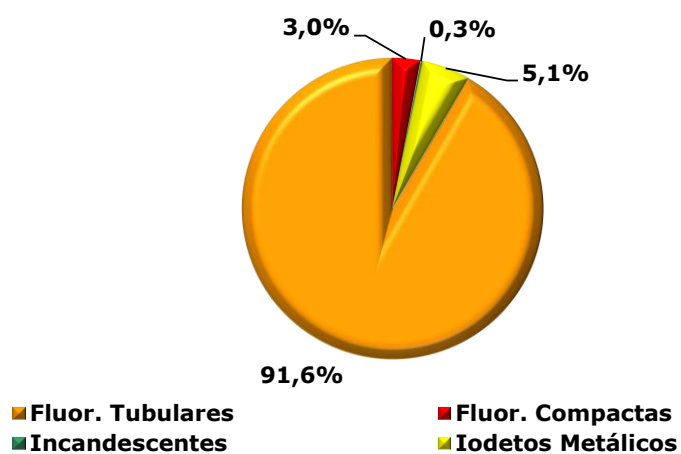


Figura 38 Quantidade instalada por tipo de lâmpada.

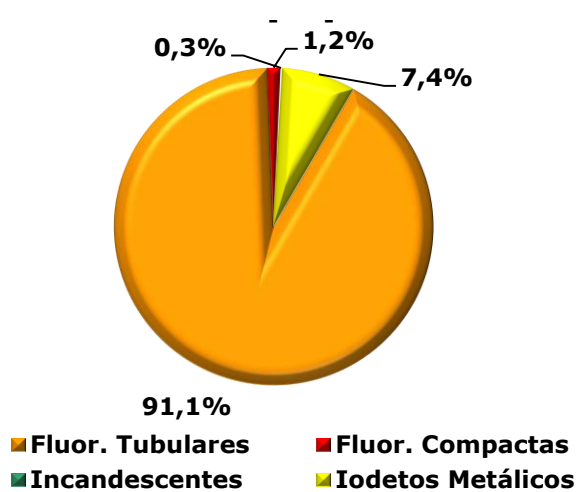
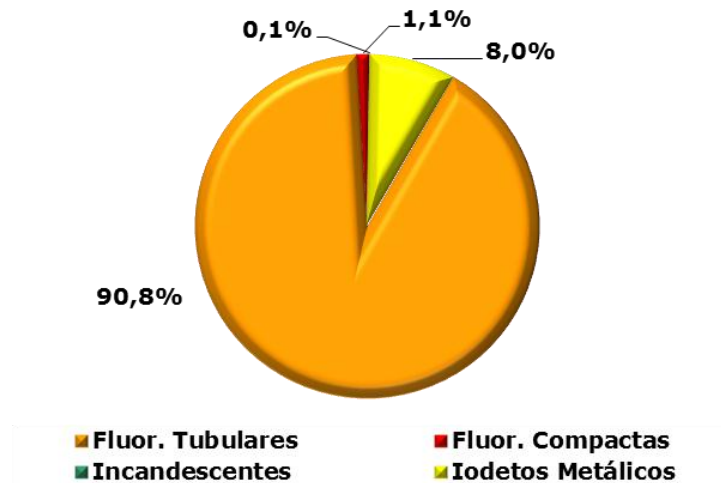


Figura 39 Potência instalada por tipo de lâmpada.





**Figura 40** Consumo anual estimado por tipo de lâmpada.

#### **4.7.19 Caracterização de Outros Equipamentos**

Pela sua repercussão no consumo energético global, indicam-se outros consumidores que em conjunto representam uma das principais parcelas do consumo total. Entre estes, temos, por exemplo, todo o equipamento dos balcões de atendimento e das zonas de apoio aos sectores da peixaria, charcutaria, talho, *take-away* e padaria, elevador de acesso ao parque, equipamentos informáticos, bombas de água, etc.

Na padaria existem 3 fornos, um forno de lares, um forno de convecção e um forno mais pequeno e ainda uma estufa. Na auditoria verificou-se que os 3 fornos estavam ligados, apesar de não estarem a ser utilizados para fabrico de pão ou bolos.

Na Tabela 33 e Figura 41 apresentam-se as características das bombas de água, compactadores de cartão Tabela 34 e Figura 42 e elevador Tabela 35. De salientar que o sistema de água potável é dotado de 3 eletrobombas equipadas com variador de velocidade, funcionando uma, permanecendo as restantes de reserva.

**Tabela 33 Características das bombas de água.**

Bomba	[unid.]	Bombas Grupo Hidropressor	Bombas Central Incêndio	
Quantidade	[unid.]	3	2	1
Função	-	Rede de água potável	Rede de incêndio	Rede de incêndio
Marca	-	Grundfos	Grundfos	Grundfos
Modelo	-	CRE15-03	NB 40-200/219	CR3-12
Caudal	[m³/h]	17	60,1	3
Altura man.	[m]	33,2	51,9	79,1
Vel. de rotação	[rpm]	2902	2930	2853
<b>Motor</b>				
Modelo		MGE100LC2-FT130-D1	MMG160MB-2-42	MG80B2
Potência	[kW]	3	15	1,1
Vel. de rotação	[rpm]	n.d.	2930	2870
Tensão	[V]	380-480	380-415	380-415
Cos φ	-	0,94-0,92	0,89-0,88	n.d.
Corrente (A)	[A]	6,2/5,0	29,5	n.d.

n.d. - não determinado



**Figura 41 Bombas do grupo hidropressor e da central de incêndios.**

**Tabela 34 Características dos compactadores de cartão.**

Marca	Potência	Corrente	Tensão	Ano
	[kW]	[A]	[V]	
Barmidan	4	25/16	3x230/400	2008
Presto	7,5	15,5	400	2008



**Figura 42 Compactadores de cartão.**

**Tabela 35 Características do elevador.**

<b>Elevador</b>		
<b>Quantidade</b>	<b>[unid.]</b>	1
<b>Marca</b>	-	SCHMITT+SOHN
<b>Capacidade máx.</b>	<b>[Pessoas]</b>	26
<b>Carga máx.</b>	<b>[kg]</b>	2000
<b>Ano</b>	-	2008
<b>Motor</b>		
<b>Marca</b>	-	BUCHER
<b>Modelo</b>	-	GR45-250
<b>Potência</b>	<b>[kW]</b>	20
<b>Tensão</b>	<b>[V]</b>	400
<b>Corrente</b>	<b>[A]</b>	42

## **4.8 Resultados do Exame Energético**

### **4.8.1 Consumos de Energia Elétrica**

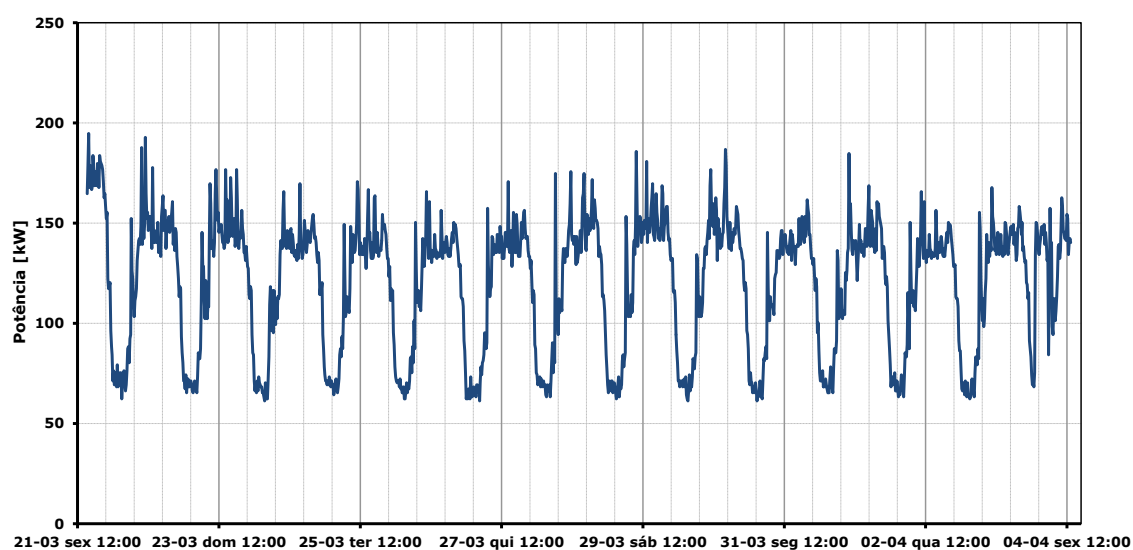
Durante o período da auditoria realizaram-se diversas monitorizações elétricas na instalação, com o objetivo de avaliar o perfil de funcionamento dos diversos equipamentos e desagregar os consumos energéticos pelos mesmos. Na Tabela 36 apresenta-se o resumo das medições mais importantes realizadas, que deram origem aos diagramas de carga representados nas figuras seguintes.

De acordo com os resultados obtidos nas medições elétricas realizadas e os registos efetuados do consumo total, foi avaliada, durante o período em que decorreram as medições, a importância da energia ativa consumida nesses circuitos relativamente ao consumo global da instalação.

**Tabela 36** Resumo dos resultados das medições elétricas.

<i>Alimentação</i>	<i>Início</i>		<i>Fim</i>		<i>Potência Activa</i>			<i>Energia Activa</i>	<i>% kWh TOTAL</i>
	<i>Data</i>	<i>Hora</i>	<i>Data</i>	<i>Hora</i>	(kW MÁX)	(kW MÉD)	(kW MIN)	(kWh)	
<b><i>Geral</i></b>	21-mar-14	15:15	4-abr-14	13:15	194,8	120,5	61,3	40.273	-
<b><i>Q. Escritórios</i></b>	21-mar-14	13:26	27-mar-14	16:32	19,3	4,3	0,6	640	<b>3,6%</b>
<b><i>Q. Padaria</i></b>	21-mar-14	13:30	27-mar-14	16:32	80,1	8,5	0,1	1.254	<b>7,1%</b>
<b><i>Q. EAC1</i></b>	21-mar-14	13:32	27-mar-14	16:32	1,2	0,9	0,5	129	<b>0,7%</b>
<b><i>Iluminação parc. 1</i></b>	21-mar-14	16:07	27-mar-14	16:56	8,1	3,8	0,8	551	<b>3,2%</b>
<b><i>Iluminação parc. 2</i></b>	21-mar-14	16:04	27-mar-14	16:57	9,1	4,0	0,4	574	<b>3,3%</b>
<b><i>Iluminação parc. 4</i></b>	21-mar-14	16:04	27-mar-14	16:56	2,5	2,2	1,7	320	<b>1,8%</b>
<b><i>Iluminação parc. 5</i></b>	21-mar-14	16:05	27-mar-14	16:52	4,4	2,2	0,5	324	<b>1,9%</b>
<b><i>Iluminação parc. 6</i></b>	21-mar-14	16:04	27-mar-14	16:53	9,1	4,4	1,3	642	<b>3,7%</b>
<b><i>Iluminação parc. 7</i></b>	21-mar-14	15:42	27-mar-14	16:36	8,8	3,5	0,3	509	<b>2,9%</b>
<b><i>Forno</i></b>	21-mar-14	16:26	27-mar-14	17:17	48,3	1,9	0,0	276	<b>1,6%</b>
<b><i>Q. A.V. Assistida</i></b>	21-mar-14	16:02	27-mar-14	16:49	27,5	10,2	2,1	1.480	<b>8,5%</b>
<b><i>Termoacumulador</i></b>	2-abr-14	9:11	4-abr-14	13:10	1,3	0,6	0,0	30	<b>0,5%</b>
<b><i>Q. Galeria</i></b>	31-mar-14	21:58	2-abr-14	8:55	26,5	9,2	2,0	322	<b>7,6%</b>
<b><i>Chiller</i></b>	31-mar-14	21:53	2-abr-14	9:10	21,0	2,7	0,1	97	<b>2,3%</b>
<b><i>Q. EPE</i></b>	31-mar-14	21:57	2-abr-14	8:53	38,1	8,5	3,7	296	<b>7,0%</b>
<b><i>Central frio bt</i></b>	26-mar-14	15:20	4-abr-14	13:14	25,6	17,7	10,8	3.762	<b>14,9%</b>
<b><i>Central frio mt</i></b>	26-mar-14	15:20	4-abr-14	13:14	35,6	24,6	13,6	5.233	<b>21%</b>

### 4.8.2 Quadro Geral



**Figura 43** Diagrama de cargas do quadro geral da instalação.

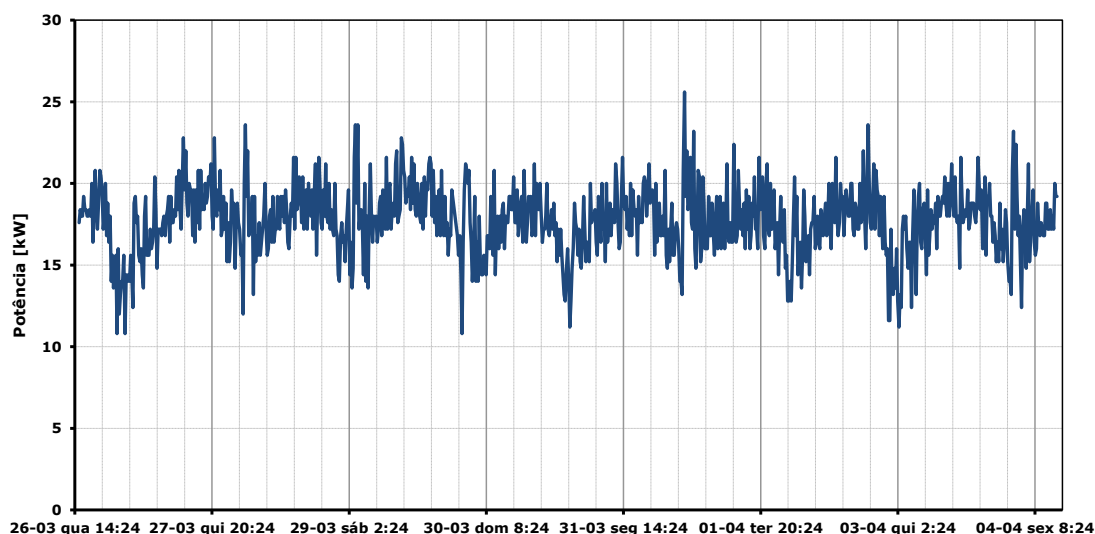
Da análise da Figura 43 verificam-se os seguintes aspetos:

- O valor de potência média absorvida à rede, nestes dias, variou entre 61 kW e 195 kW apresentando um valor médio global de cerca de 120 kW;
- Durante o período em que a loja se encontra encerrada a potência média absorvida à rede diminuiu cerca de 53%;
- O consumo verificado durante o período em que a loja se encontra encerrada deve-se essencialmente ao consumo da central de frio e dos circuitos de iluminação de emergência.

### 4.8.3 Quadro Central de Frio

- **Quadro Central de Frio (bt):** Este quadro alimenta todos os equipamentos associados à produção de frio industrial “negativo”.
- **Quadro Central de Frio (mt):** Este quadro alimenta todos os equipamentos associados à produção de frio industrial “positivo”.

## Baixa Temperatura

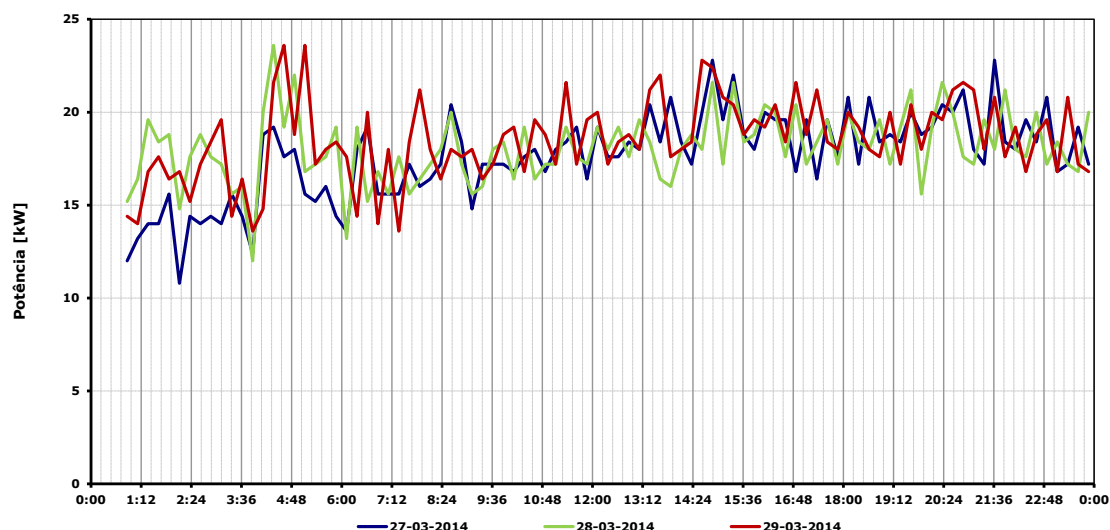


**Figura 44** Diagrama de cargas da central de frio – Baixa temperatura.

Pela análise da Figura 44 podem-se fazer as seguintes observações:

- Os valores de potência ativa absorvida variam, entre 10,8 e 25,6 kW;
- O valor médio da potência ativa foi de cerca de 17,7 kW;
- Verifica-se que num determinado período, sensivelmente a partir das 3h se regista um pico de potência da central de bt, derivado do facto de se iniciar o período de descongelação dos móveis de frio. De acordo, com os horários de descongelação enviados, verifica-se que estes equipamentos têm os seguintes horários de início de descongelação:
  - i. 2h30: Ilhas Cong. Peixe A e B e mural Cong. Misto;
  - ii. 3h30: Ilhas Cong. 1A, 1B e 1C;
  - iii. 4h30: Ilhas Cong. 1 TP e 2TP;
  - iv. 5h30: Ilhas Cong. 2A, 2B e 2C;

Na Figura 45 indica-se para um período mais curto de 3 dias de medição as variações verificadas na potência absorvida da central.

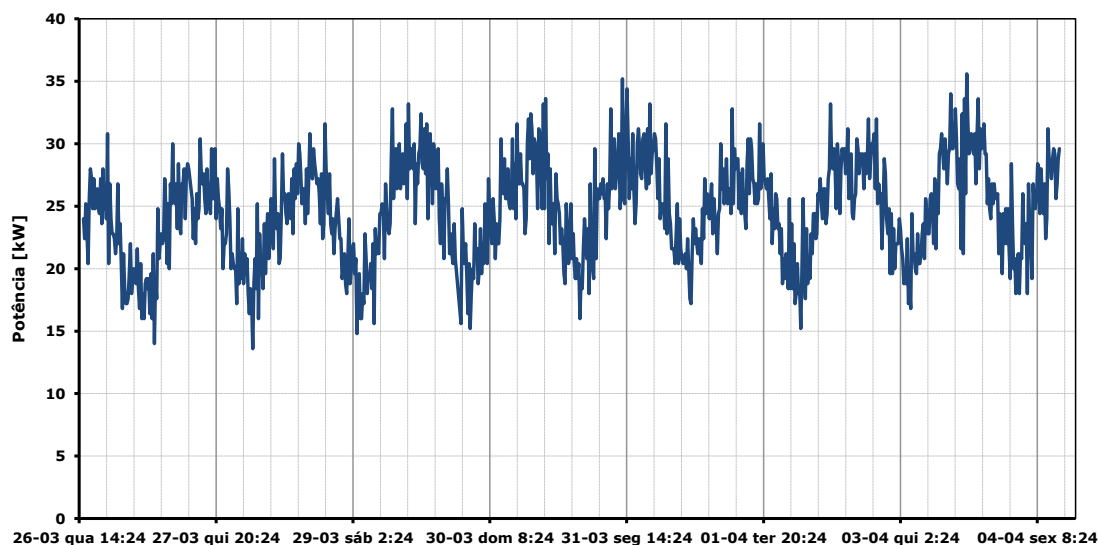


**Figura 45** Diagrama de cargas da central de Baixa temperatura de 27 a 29 de Março 2014.

Esta situação deverá ser analisada com detalhe, inclusive comparada com lojas similares, de forma a comprovar o aumento dos consumos de energia durante os períodos de descongelação dos móveis de congelados, apesar de a descongelação ser feita por gás quente.

Durante o período em que decorreram as monitorizações desta alimentação registou-se um consumo de 3.762 kWh. Assim sendo, verificou-se que, durante este período, o consumo total da central de frio de Baixa temperatura representou 14,9% do consumo total de energia elétrica.

## Média Temperatura



**Figura 46** Diagrama de cargas da central de frio – Média temperatura.

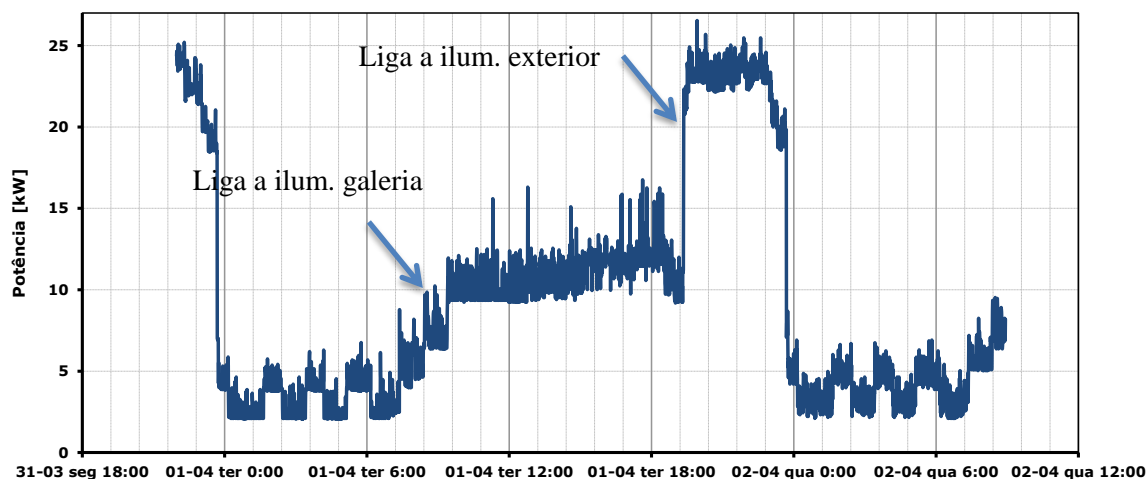
Pela análise da Figura 46 podem-se fazer as seguintes observações:

- Existe uma enorme variabilidade de valores de potência ativa absorvida, entre 13,6 e 35,6 kW;
- O valor médio da potência ativa foi de cerca de 24,6 kW.
- Durante o período em que decorreram as monitorizações desta alimentação registou-se um consumo de 5.233 kWh. Assim sendo, verificou-se que, durante este período, o consumo total da central de frio de Média temperatura representou, cerca de 21% do consumo total de energia elétrica.



#### 4.8.4 Quadro Galeria Comercial

Este quadro alimenta, entre outros, a iluminação exterior, a iluminação da galeria e o Quadro Elétrico do Ar condicionado (QEAC0.3). O QEAC0.3 alimenta uma unidade *split*, ventiladores de extração (VE 1, 2, 3) e um ventiloconvector.



**Figura 47** Diagrama de cargas do quadro da galeria comercial.

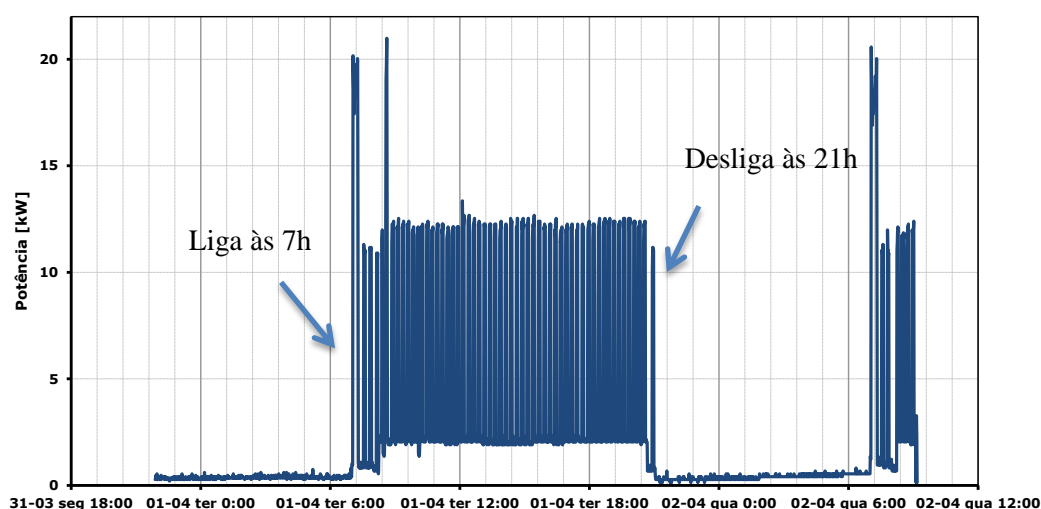
Pela análise da Figura 47 podem-se fazer as seguintes observações:

- O valor da potência absorvida variou entre 2,0 kW e 26,5 kW, com um valor médio de 9,3 kW;
- Durante o período em que decorreram as medições, o consumo do quadro elétrico da galeria, representou 7,6% do consumo total.

#### 4.8.5 Chiller

O *chiller* é alimentado a partir do QEAC0.2, localizado na zona dos escritórios. Existe um contador de energia elétrica que contabiliza os consumos do *chiller*.

O QEAC0.2 alimenta o *chiller*, a UTA, os ventiladores de extração (VE 4, 5, 7,9 19), ventiloconvectores e uma unidade *split*.



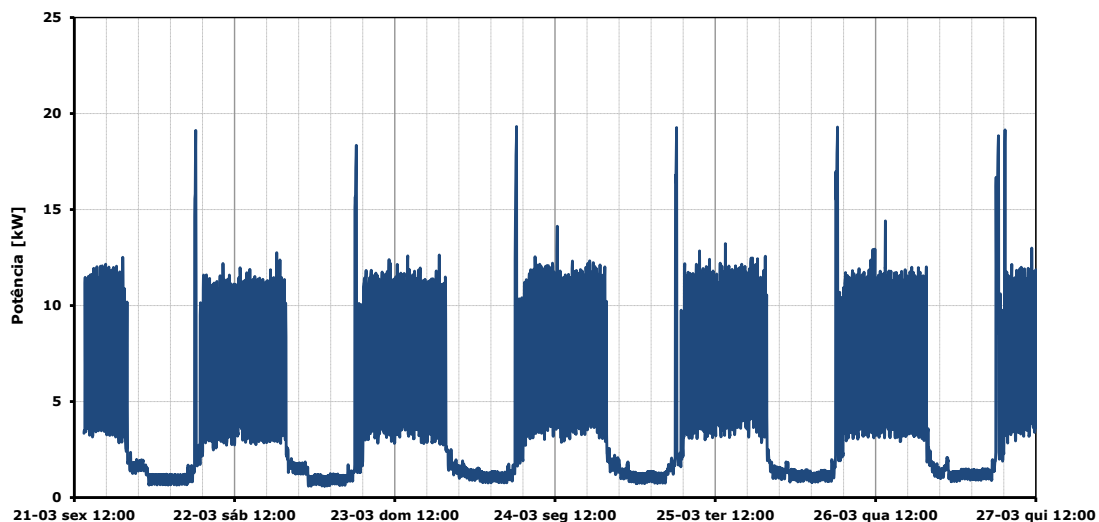
**Figura 48** Diagrama de cargas do *chiller*.

Pela análise da Figura 48 podem-se fazer as seguintes observações:

- Durante o período de funcionamento (das 7h às 21h, foi alterado devido à mudança da hora), o valor da potência absorvida variou entre 0,5 kW e 21 kW;
- Durante o período em que decorreram as medições, o consumo do *chiller*, representou 2,3% do consumo total.

#### 4.8.6 Quadro Escritórios

O Quadro Escritórios alimenta entre outros o QEAC0.2, termoacumulador balneários, tomadas e iluminação.



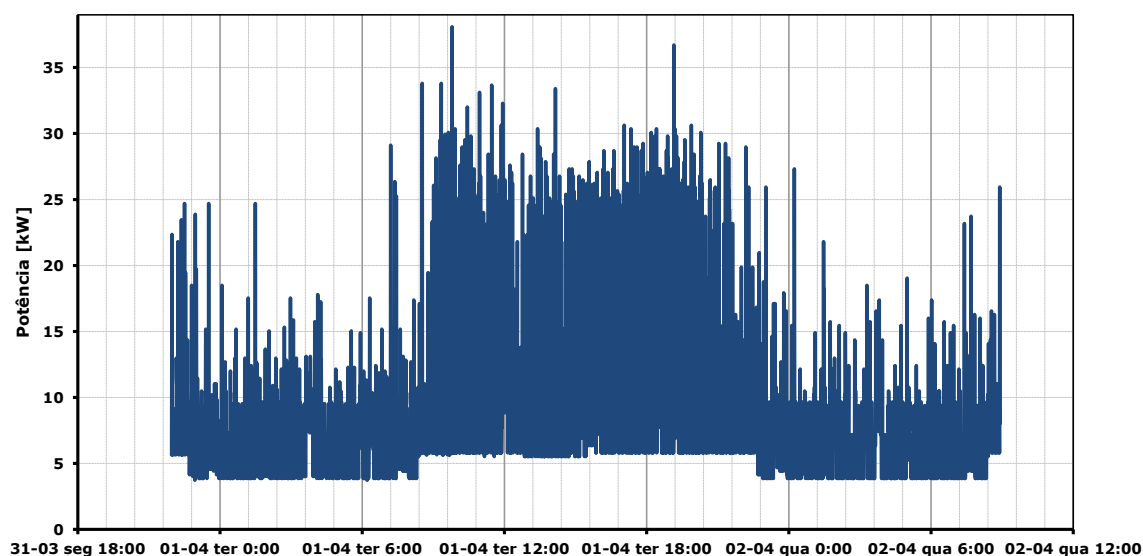
**Figura 49** Diagrama de cargas do quadro dos escritórios.

Pela análise da Figura 49 podem-se fazer as seguintes observações:

- O valor da potência absorvida variou entre 0,6 kW e 19,3 kW, com um valor médio de 4,3 kW;
- Durante o período em que decorreram as medições, o consumo do quadro elétrico dos escritórios, representou 3,6% do consumo total;
- O pico de potência verificado diariamente às 6h coincide com o arranque do *chiller*.

#### 4.8.7 Quadro Elétrico Parque Estacionamento

O Quadro Elétrico do Parque de Estacionamento (piso-1) alimenta, entre outros, circuitos de iluminação, elevador e bombas de água.



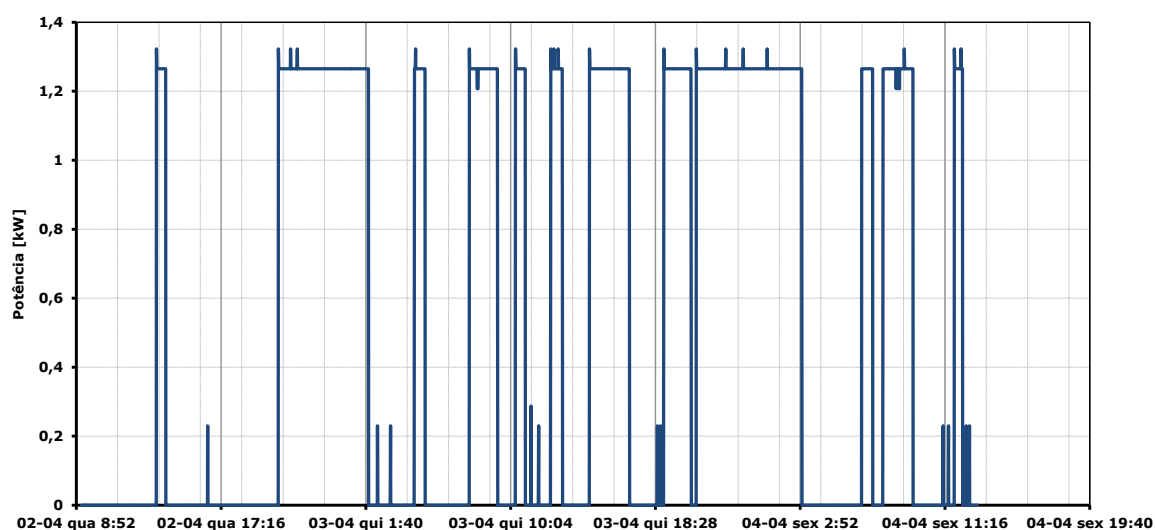
**Figura 50** Diagrama de cargas do Q.E.P.E.

Pela análise da Figura 50 podem-se fazer as seguintes observações:

- O valor da potência absorvida variou entre 3,7 kW e 38,1 kW, com um valor médio de 8,5 kW;
- A variação encontrada deve-se em parte à entrada em funcionamento do elevador;
- Durante o período em que decorreram as medições, o consumo do quadro elétrico (Q. EPE) representou 7,0% do consumo total.

#### 4.8.8 Termoacumulador da zona de lavagens

O termoacumulador da zona de lavagens é alimentado a partir do Quadro Venda Assistida.



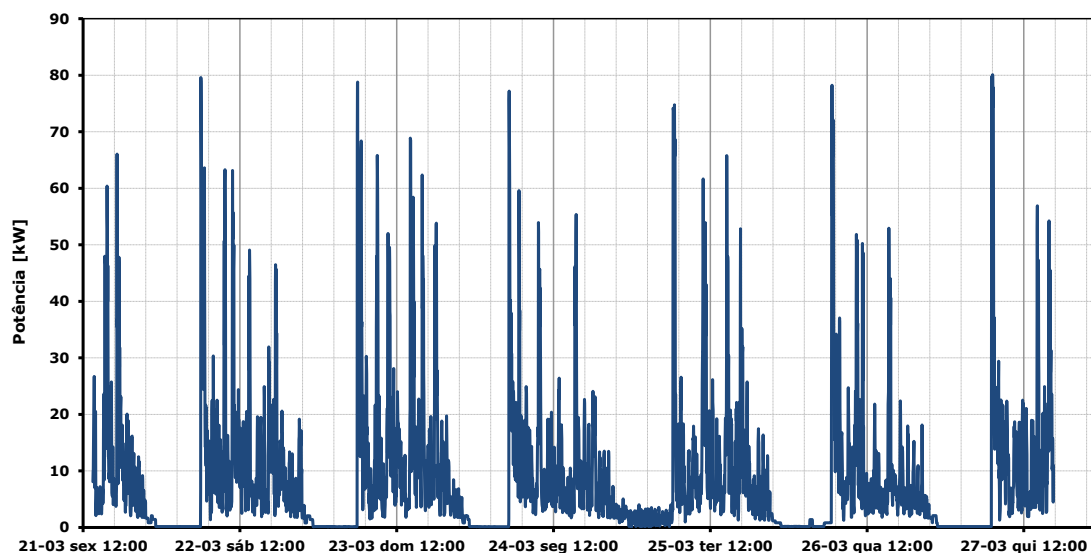
**Figura 51** Diagrama de cargas do termoacumulador.

Pela análise da Figura 51 podem-se fazer as seguintes observações:

- O valor da potência absorvida variou entre 0 kW e 1,3 kW, com um valor médio de 0,6 kW;
- Durante o período em que decorreram as medições, o consumo do termoacumulador representou 0,5% do consumo total;
- Verificou-se que no dia 2 de Abril, o equipamento permaneceu sempre ligado entre as 20h30 e a 1h50 do dia seguinte. Esta situação voltou a repetir-se no dia seguinte (3 de Abril), permanecendo ligado entre as 20h33 e as 2h59 do dia 4 de Abril.

#### 4.8.9 Quadro Padaria

O Quadro da Padaria alimenta, entre outros, circuitos de iluminação, os fornos, o termoacumulador, a estufa e alguns equipamentos de fabrico de pão e bolos.



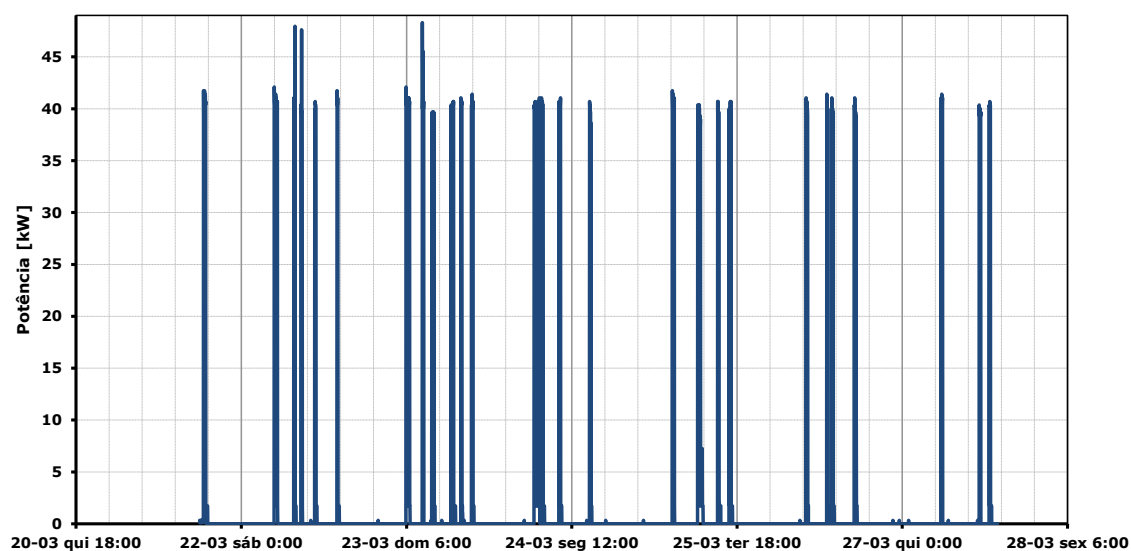
**Figura 52** Diagrama de cargas do quadro da padaria.

Pela análise da Figura 52 podem-se fazer as seguintes observações:

- O valor da potência absorvida variou entre 0 kW e 80 kW, com um valor médio de 8,5 kW;
- Durante o período em que decorreram as medições, o consumo do Q. Padaria representou 7,1% do consumo total;
- Verificou-se que os fornos ligam entre as 5h e as 6h, variando consoante o dia da semana. Os picos de potência indicados nos gráficos correspondem ao funcionamento dos fornos.

#### 4.8.10 Forno de convecção

De forma a analisar o funcionamento dos fornos foi feita a medição do forno de convecção.



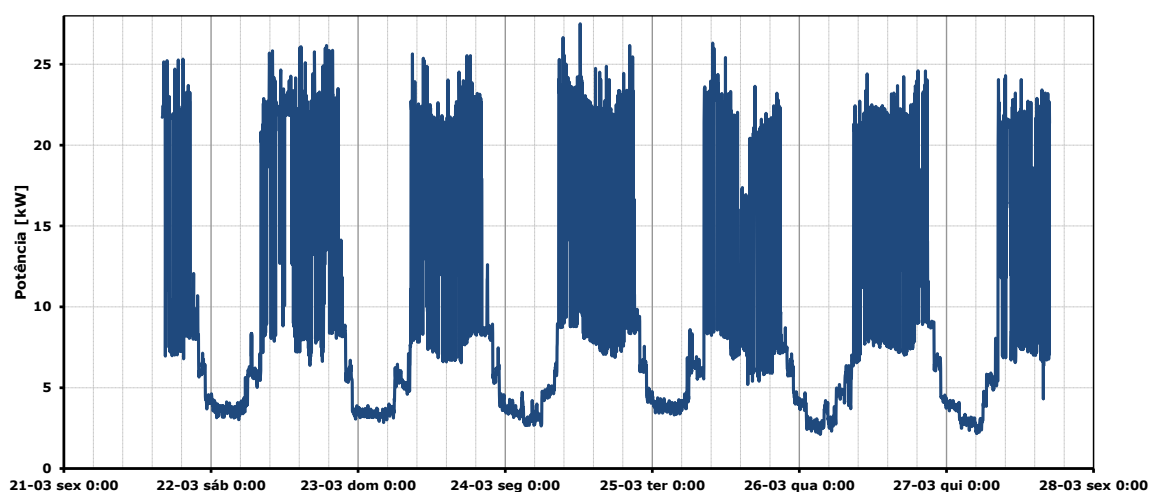
**Figura 53** Diagrama de cargas do forno.

Pela análise da Figura 53 podem-se fazer as seguintes observações:

- O valor da potência absorvida variou entre 0 kW e 48 kW, com um valor médio de 1,9 kW;
- Durante o período em que decorreram as medições, o consumo do forno representou 1,6% do consumo total.

#### 4.8.11 Quadro Venda Assistida

O Quadro Venda Assistida alimenta, entre outros, circuitos de iluminação das zonas de atendimento, o termoacumulador, equipamentos associados às zonas de atendimento (realça-se o forno de pizzas e grelhador de frango) e prensa de cartão.



**Figura 54** Diagrama de cargas do Q. V. Assistida.

Pela análise da Figura 54 podem-se fazer as seguintes observações:

- O valor da potência absorvida variou entre 2,1 kW e 27,5 kW, com um valor médio de 10,2 kW;
- Durante o período em que decorreram as medições, o consumo do Q V. Assistida representou 8,5% do consumo total.



#### 4.8.12 Quadro Elétrico do Ar Condicionado (Q. EAC0.1)

O QEAC0.1 alimenta, entre outros, as unidades de climatização *rooftop* (UCA 1, 2, 3) e os ventiladores de extração.

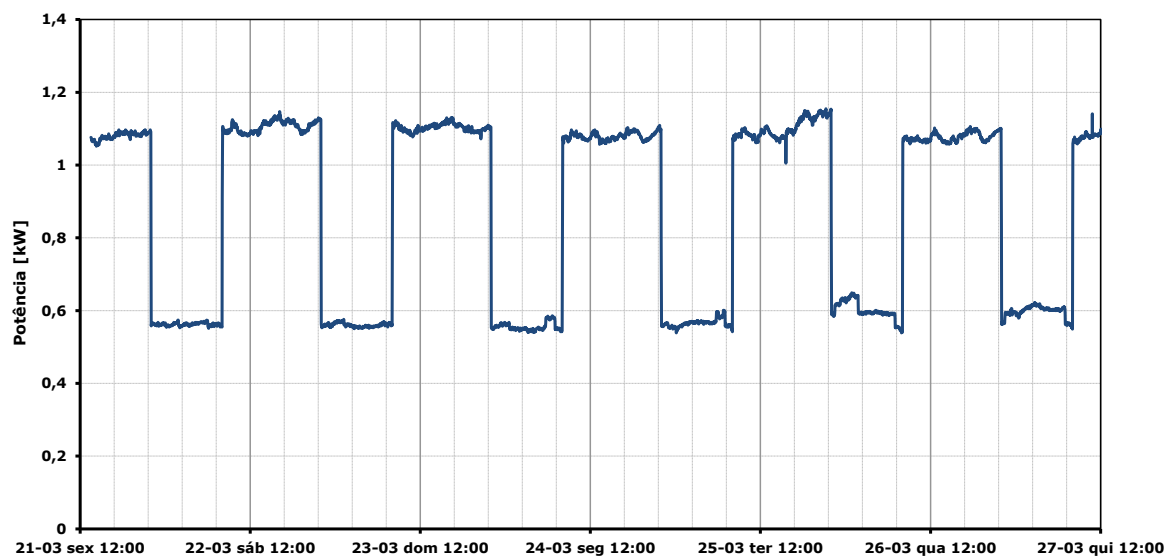


Figura 55 Diagrama de cargas do Q. EAC0.1.

Pela análise da Figura 55 podem-se fazer as seguintes observações:

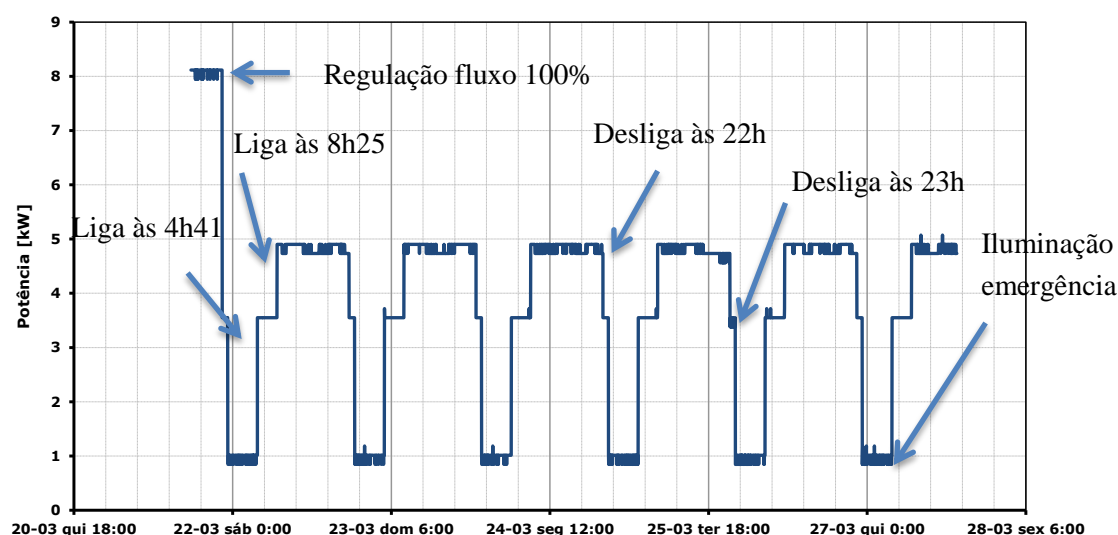
- As unidades de climatização não entraram em funcionamento durante o período de medição;
- O valor da potência absorvida variou entre 0,5 kW e 1,2 kW, com um valor médio de 0,9 kW;
- Durante o período em que decorreram as medições, o consumo do QEAC0.1 representou 0,7% do consumo total.

### 4.8.13 Iluminação

De forma a verificar a potência absorvida pela iluminação da área de vendas mediu-se o consumo dos cortes parciais que são alimentados a partir do Quadro Supermercado.

#### Corte Parcial Iluminação 1

Esta alimentação integra a iluminação de teto da área de vendas da L1 e L2.



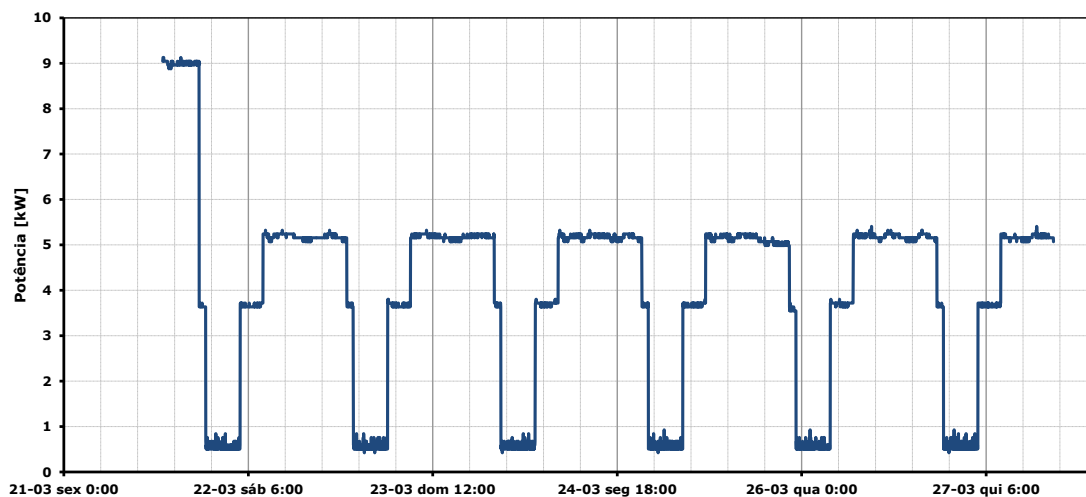
**Figura 56** Diagrama de cargas do corte parcial iluminação 1.

Pela análise da Figura 56 podem-se fazer as seguintes observações:

- Os circuitos de iluminação ligam numa primeira fase às 4h41 (com 21% do fluxo) e depois ligam com 36% do fluxo às 8h25;
- O valor da potência absorvida variou entre 0,8 kW e 8,1 kW, com um valor médio de 3,8 kW;
- Durante o período em que decorreram as medições, o consumo deste circuito representou 3,2% do consumo total.

## Corte Parcial Iluminação 2

Esta alimentação integra a iluminação de teto da área de vendas da L3 e L4.



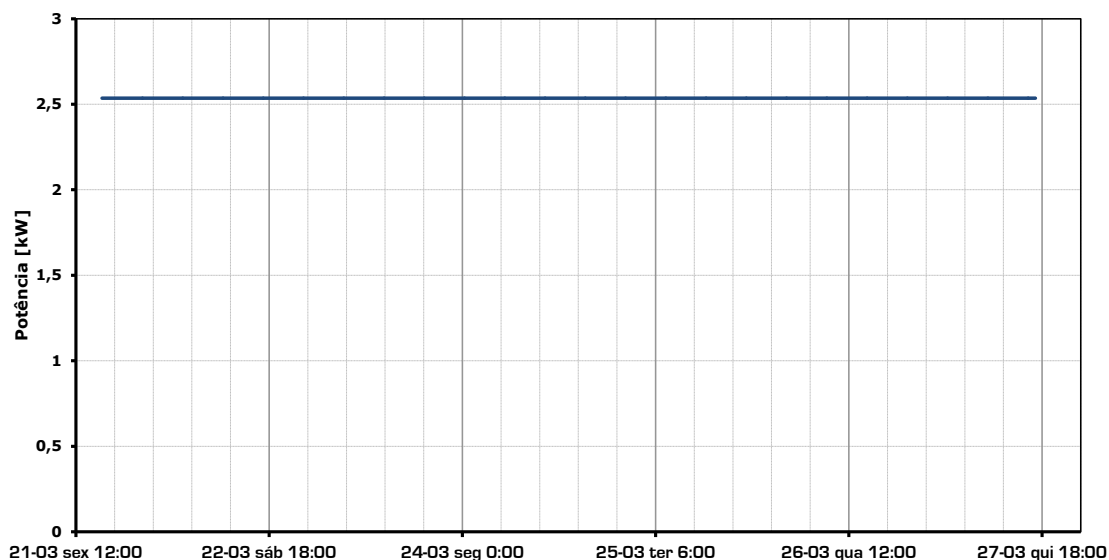
**Figura 57** Diagrama de cargas do corte parcial iluminação 2.

Pela análise da Figura 57 podem-se fazer as seguintes observações:

- Os circuitos de iluminação ligam numa primeira fase às 4h41 (com 21% do fluxo) e depois ligam com 36% do fluxo às 8h25;
- O valor da potência absorvida variou entre 0,4 kW e 9,1 kW, com um valor médio de 4,0 kW;
- Durante o período em que decorreram as medições, o consumo deste circuito representou 3,3% do consumo total

### Corte Parcial Iluminação 4

Este circuito de iluminação alimenta as gôndolas da área de vendas.



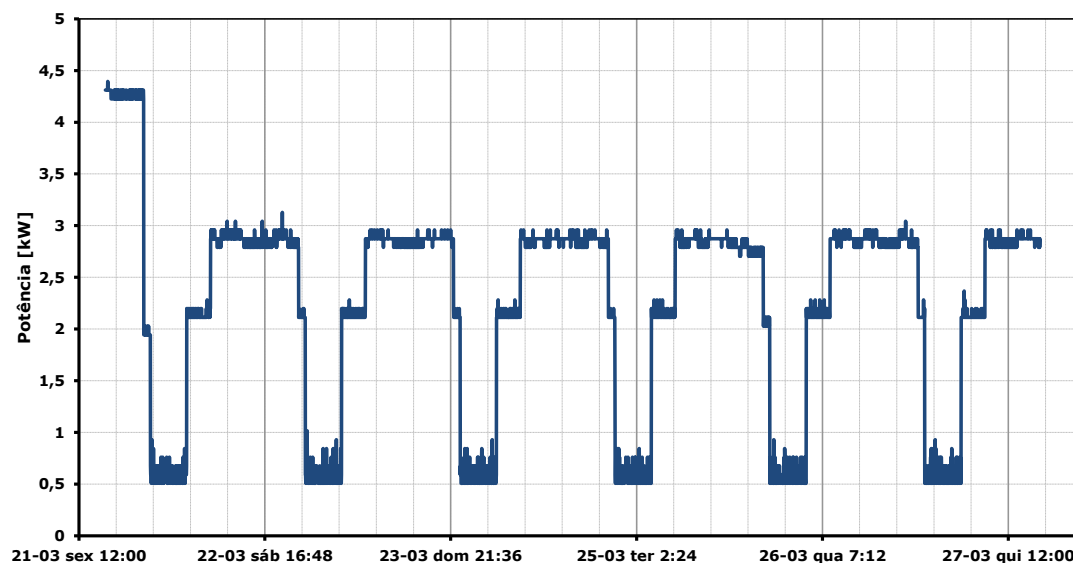
**Figura 58** Diagrama de cargas do corte parcial iluminação 4.

Pela análise da Figura 58 podem-se fazer as seguintes observações:

- O circuito de iluminação das gôndolas permaneceu sempre ligado durante todo o período de medição.
- O valor da potência absorvida foi de 2,5 kW;
- Durante o período em que decorreram as medições, o consumo deste circuito representou 2,1% do consumo total.

## Corte Parcial Iluminação 5

Esta alimentação integra a iluminação de teto da área de vendas da L5.



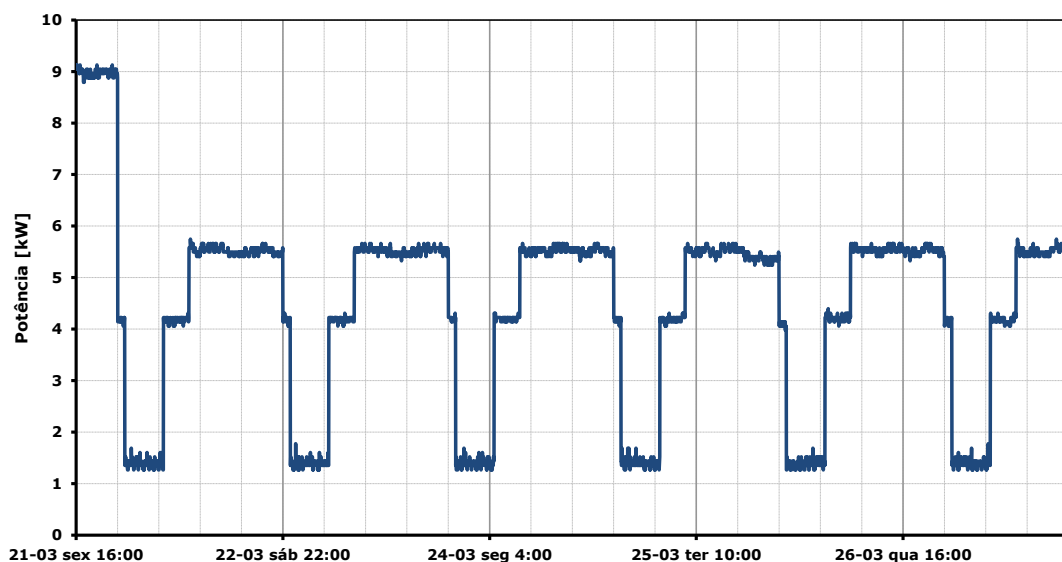
**Figura 59** Diagrama de cargas do corte parcial iluminação 5.

Pela análise da Figura 59 podem-se fazer as seguintes observações:

- Os circuitos de iluminação ligam numa primeira fase às 4h41 (com 21% do fluxo) e depois ligam com 36% do fluxo às 8h25. Esta alimentação apenas abrange uma fiada de iluminação;
- O valor da potência absorvida variou entre 0,5 kW e 4,4 kW, com um valor médio de 2,2 kW;
- Durante o período em que decorreram as medições, o consumo deste circuito representou 1,9% do consumo total.

## Corte Parcial Iluminação 6

Esta alimentação integra a iluminação de teto da área de vendas da L6 e L7.



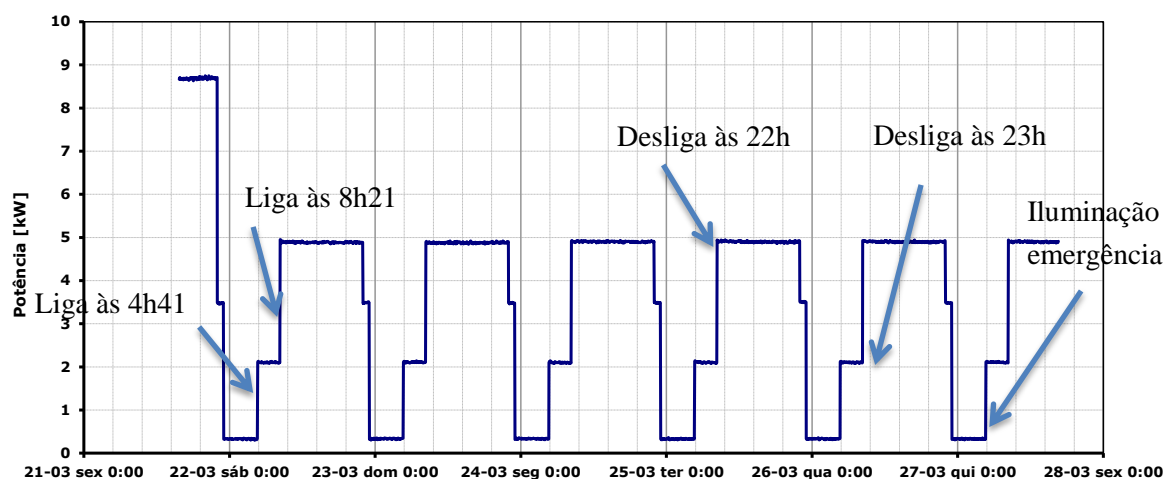
**Figura 60** Diagrama de cargas do corte parcial iluminação 6.

Pela análise da Figura 60 podem-se fazer as seguintes observações:

- Os circuitos de iluminação ligam numa primeira fase às 4h41 (com 21% do fluxo) e depois ligam com 36% do fluxo às 8h25;
- O valor da potência absorvida variou entre 1,3 kW e 9,1 kW, com um valor médio de 4,4 kW;
- Durante o período em que decorreram as medições, o consumo deste circuito representou 3,7% do consumo total.

## Corte Parcial Iluminação 7

Esta alimentação integra a iluminação de teto da área de vendas da L8 e L9.



**Figura 61** Diagrama de cargas do corte parcial iluminação 7.

Pela análise da Figura 61 podem-se fazer as seguintes observações:

- Os circuitos de iluminação ligam numa primeira fase às 4h41 (com 21% do fluxo) e depois ligam com 36% do fluxo às 8h21;
- O valor da potência absorvida variou entre 0,3 kW e 8,8 kW, com um valor médio de 3,5 kW;
- Durante o período em que decorreram as medições, o consumo deste circuito representou 2,9% do consumo total.

Na Tabela 37, apresenta-se um resumo indicativo do consumo final por quadro elétrico.

**Tabela 37** Resumo do consumo de energia ativa por quadro elétrico.

<i>Alimentação</i>	<i>Energia Activa(kWh)</i>	<i>% kWh</i>
<i>Q.Padaria</i>	1.254	7%
<i>Q.Central de Frio</i>	8.995	35,6%
<i>Q.Escritórios</i>	640	3,6%
<i>Q.Galeria</i>	322	7,6%
<i>Q.A.V.Assistida</i>	1.480	8,5%
<i>Iluminação</i>	2.920	16,7%
<i>AVAC</i>	129	0,7%

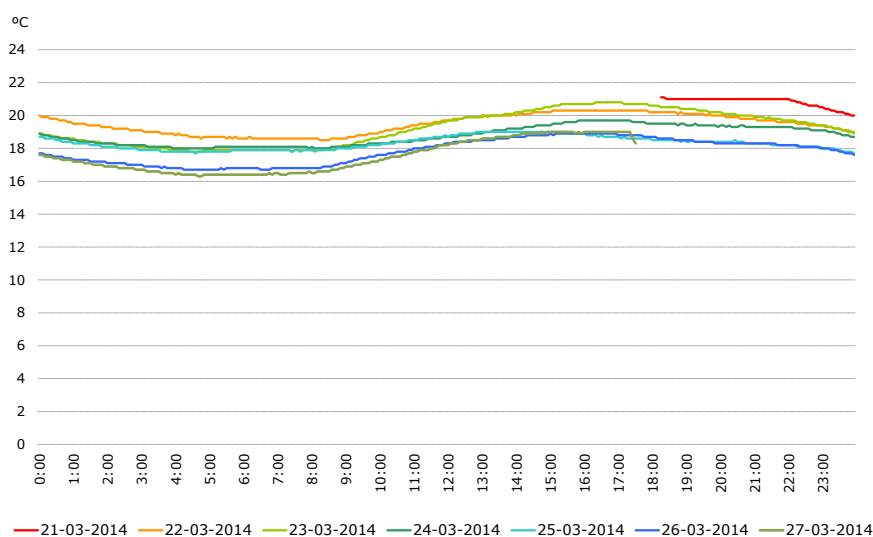
#### 4.8.14 Avaliação das condições de temperatura ambiente

Com o objetivo de analisar o comportamento térmico ambiente da área de vendas foram efetuadas medições de temperatura durante um período alargado de tempo.

As medições foram realizadas junto ao corredor dos detergentes, a uma cota de aproximadamente 2 metros e decorreram entre os dias 21 e 27 de Março.

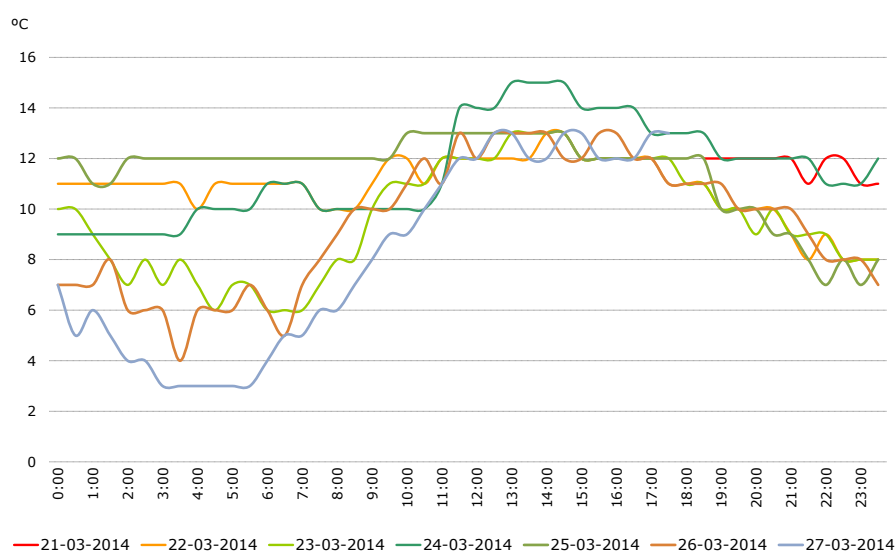
Na Figura 62 e Figura 63 apresentam-se os resultados encontrados.

##### Área de Vendas



**Figura 62** Evolução da temperatura ambiente – Área Vendas.

##### Exterior



**Figura 63** Evolução da temperatura ambiente – Exterior.



Durante os dias de medição, a temperatura na área de vendas variou entre 16,3 e 21,1° C. No decorrer do período de abertura ao público a temperatura subiu ligeiramente, mas a variação não foi significativa. Note-se que durante os dias em que decorreram as medições as unidades de climatização estiveram desligadas.

No exterior verificou-se que, durante os dias de medição, a temperatura variou entre 3 e 15 ° C. No decorrer do período de abertura ao público a temperatura variou entre 7 e 15 ° C.

Na Tabela 38 que se segue apresenta-se um resumo, indicando os valores mínimos, máximos e médios de temperatura medidos.

**Tabela 38 Resumo das medições de temperatura ambiente da área de vendas e exterior.**

	<b>TEMP. (°C)</b>	<b>21-mar-14 (Sex.)</b>	<b>22-mar-14 (Sáb.)</b>	<b>23-mar-14 (Dom.)</b>	<b>24-mar-14 (Seg.)</b>	<b>25-mar-14 (Ter.)</b>	<b>26-mar-14 (Qua.)</b>	<b>27-mar-14 (Qui.)</b>
<b>Área de Vendas</b>	<b>MÍN.</b>	20,0	18,5	17,8	18,0	17,7	16,7	16,3
	<b>MÁX.</b>	21,1	20,3	20,8	19,7	19,0	18,9	19,0
	<b>MÉD.</b>	20,8	19,5	19,2	18,8	18,3	17,8	17,5
<b>Exterior</b>	<b>MÍN.</b>	11,0	8,0	6,0	9,0	7,0	4,0	3,0
	<b>MÁX.</b>	13,0	13,0	13,0	15,0	13,0	13,0	13,0
	<b>MÉD.</b>	12,1	10,9	9,6	11,5	11,5	9,4	8,5

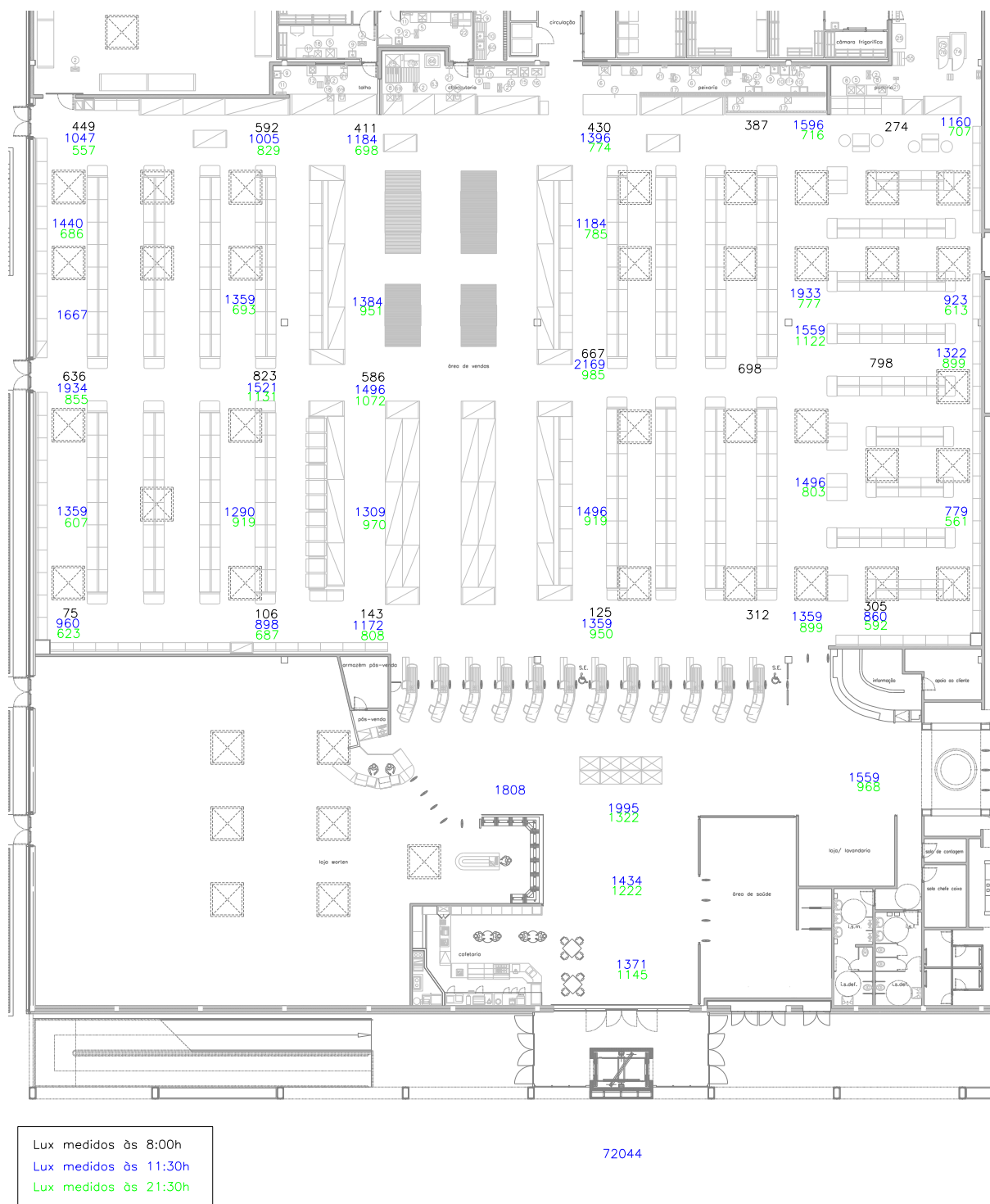
Comparativamente às condições térmicas exteriores verifica-se que a temperatura ambiente da área de vendas está bem controlada, não tendo sido necessário ligar os equipamentos de climatização, durante este período.

#### **4.8.15 Medição do nível de Iluminância**

Tendo em vista a avaliação dos níveis de iluminância, na área de vendas, procedeu-se à respetiva medição nas seguintes condições:

- Das 8h às 8h15 do dia 2 de Abril de 2014;
- Das 11h às 11h20 do dia 27 de Março de 2014;
- Das 21h30 às 21h45 do dia 31 de Março de 2014.

Na Figura 64 apresenta-se a planta da área de vendas com a indicação dos valores obtidos.



**Figura 64** Medição dos níveis de iluminância (lux) na área de vendas.

Conforme se pode verificar os valores de iluminância medidos às 8h são muito inferiores aos valores registados após a abertura da loja ao público. Note-se que só a partir das 8h25 é que o fluxo é regulado para 36%, pelo que durante as nossas medições o fluxo luminoso

era apenas de 21%. Por outro lado, verificou-se que o nível de luminosidade exterior àquela hora também era inferior, o que influencia nos resultados obtidos.

Verifica-se que o nível de luminosidade no período noturno é satisfatório com a regulação de fluxo para 36%, dado que os níveis pretendidos pelo grupo para este tipo de loja é de 800 lux.

Na Tabela 39 apresentam-se os valores médios, máximos e mínimos, medidos nas situações já indicadas.

**Tabela 39 Resumo das medições do nível de iluminação.**

	<b>Lux interior 8h</b>	<b>Lux interior 11h</b>	<b>Lux interior 21h30</b>	<b>Lux exterior 11h</b>
<b>Máx</b>	823	2169	1322	-
<b>Min</b>	75	779	557	-
<b>Méd</b>	434	1383	851	72044

## **4.9 Desagregação dos Consumos**

### **4.9.1 Desagregação dos Consumos Elétricos**

A partir das monitorizações efetuadas durante o período da auditoria e das percentagens relativas a cada sector analisado, determinou-se a desagregação da energia elétrica faturada em 2013.

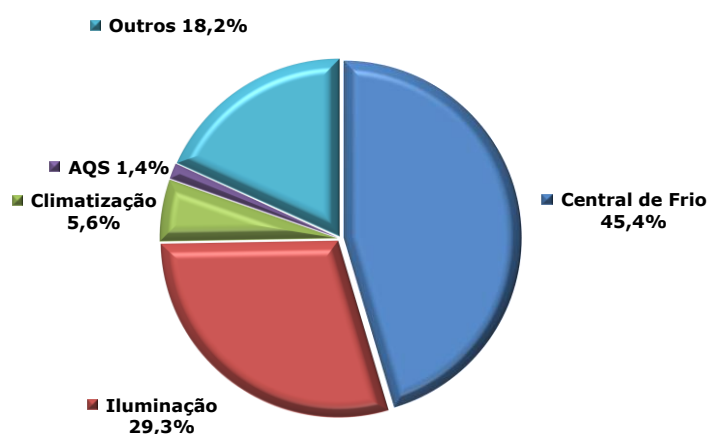
Na Tabela 40 apresenta-se a repartição encontrada para o consumo de energia por sector. Entre estes, destacam-se as percentagens referentes ao consumo de energia elétrica da central de frio e da iluminação. Na rubrica "Outros" estão incluídos alguns dos outros consumidores cujo consumo em bloco representa uma parcela significativa do consumo total.

Apresenta-se ainda na Figura 65 a repartição do consumo energia, para cada um dos sectores acima referidos. Note-se que a central de baixa temperatura representa 18%, enquanto a central de média temperatura representa 27,4% do consumo total da loja.

**Tabela 40 Desagregação do consumo de energia eléctrica.**

Sectores	Energia Eléctrica		
	[kWh/ano]	[tep/ano]	[%]
<b>Central de Frio</b>	510.692	110	45,4%
<b>Iluminação</b>	329.549	70,9	29,3%
<b>Climatização</b>	63.026	13,6	5,6%
<b>AQS</b>	16.249	3,5	1,4%
<b>Outros</b>	204.996	44,1	18,2%
<b>Total</b>	<b>1.124.512</b>	<b>241,8</b>	<b>100,0%</b>

**Nota:** O cálculo da repartição de energia eléctrica teve como base as medições eléctricas realizadas, os dados disponibilizados pelos analisadores de energia existentes na Central de frio durante o ano de 2013 e os levantamentos das potências instaladas dos principais equipamentos consumidores.



**Figura 65 Desagregação do consumo de energia eléctrica.**

Na Tabela 41 apresenta-se os consumos de energia associados à área de vendas do supermercado.

**Tabela 41 Consumos de Energia associados à área de vendas.**

Produto →		Área de Vendas
Formas de Energia ↓		
Energia Eléctrica	[ % ]	100%
	[ kWh ]	1.124.512
	[ ton CO <sub>2</sub> e ]	528,5
	[ tep ]	241,8
<b>Energia Total</b>	<b>[ ton CO<sub>2</sub>e ]</b>	<b>528,5</b>
	<b>[ tep ]</b>	<b>241,8</b>

## 4.10 Indicadores Energéticos SGCIE

### 4.10.1 Intensidade Energética

Segundo o Decreto-Lei n.º 71/2008, de 15 de Abril, o PREn (Plano de Racionalização de Energia) deve estabelecer metas de poupanças energéticas relativas a três indicadores energéticos referenciados na Tabela 42, Tabela 43 e Tabela 44, face à situação atual verificada no ano de referência.

De acordo com a alínea a) do ponto 2 do art. 7º do documento legislativo mencionado em cima, o indicador Intensidade Energética é determinado pelo quociente entre o consumo total de energia (considerando apenas 50 % da energia resultante de resíduos endógenos e de outros combustíveis renováveis) e o valor acrescentado bruto das atividades empresariais diretamente ligadas a essas instalações industriais (VAB).

A definição de valor acrescentado bruto (VAB), no âmbito do SGCIE, é apresentada no Despacho n.º 17449/2008 equação 2.5.5 2.

**Tabela 42 Intensidade Energética do ano de referência (2013).**

<b>Ano de Ref.</b>	<b>Consumo de Energia [tep]</b>	<b>VAB [€]</b>	<b>Intensidade Energética [kgep/€ VAB]</b>
<b>2013</b>	241,77	2.568.302,0 €	0,09

### 4.10.2 Consumo Específico

Outro indicador utilizado para a caracterização do desempenho energético da empresa é o Consumo Específico.

De acordo com a alínea a) do ponto 2 do art. 7º do Decreto-Lei n.º 71/2008, de 15 de Abril, este é determinado pelo quociente entre o consumo total de energia (considerando apenas 50 % da energia resultante de resíduos endógenos e de outros combustíveis renováveis) e o volume de produção.

Tabela 43 Consumo Específico no ano de referência (2013).

<b>2013</b>	<b>Consumo de Energia</b>	<b>Área de vendas</b>	<b>Consumo Específico Global</b>
	<b>[tep]</b>	<b>[m²]</b>	<b>[kgep/m²]</b>
<b>Jan.</b>	22,33	2.046	-
<b>Fev.</b>	19,33	2.046	-
<b>Mar.</b>	20,19	2.046	-
<b>Abr.</b>	20,23	2.046	-
<b>Mai.</b>	20,06	2.046	-
<b>Jun.</b>	20,18	2.046	-
<b>Jul.</b>	22,61	2.046	-
<b>Ago.</b>	21,42	2.046	-
<b>Set.</b>	19,51	2.046	-
<b>Out.</b>	19,46	2.046	-
<b>Nov.</b>	17,77	2.046	-
<b>Dez.</b>	18,69	2.046	-
<b>TOTAL</b>	<b>241,77</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>Val. Médio</b>	<b>20,15</b>	<b>2.046</b>	<b>118,17</b>

#### 4.10.3 Intensidade Carbónica

O último indicador que caracteriza os consumos da instalação em análise é denominado por Intensidade Carbónica e determina-se pelo quociente entre o valor das emissões de gases de efeito de estufa resultantes da utilização das várias formas de energia no processo produtivo e o respetivo consumo total de energia, segundo a alínea b) do ponto 2 do art. 7º do Decreto-Lei n.º 71/2008, de 15 de Abril.

Tabela 44 Intensidade Carbónica no ano de referência (2013).

<b>Ano de Ref.</b>	<b>Consumo de Energia</b>	<b>Emissões CO<sub>2</sub></b>	<b>Intensidade Carbónica</b>
	<b>[tep]</b>	<b>[ton CO<sub>2</sub>]</b>	<b>[ton CO<sub>2</sub> e/tep]</b>
<b>2013</b>	241,77	528,5	2,19

## 4.11 Gestão de Energia

Durante o período de auditoria verificou-se que existem alguns contadores e analisadores de energia que permitem o controlo dos consumos energéticos. Atualmente é possível fazer diagramas de carga da alimentação geral e das duas centrais de frio (baixa temperatura e média temperatura) de modo a avaliar a evolução da potência absorvida por estes sistemas.

A informação é tratada, no entanto não é um sistema automatizado e gerido através de um *software* que permita para os principais consumidores avaliar os consumos e possíveis anomalias existentes, não se podendo considerar que se trate de um Sistema de Gestão de Energia como definido na EN 50001.

Deverá ser avaliada a possibilidade de utilizar a informação existente para carregar um eventual *software* a ser instalado com estas funções, dado que já existem alguns contadores de energia, nos principais circuitos de iluminação e nas unidades de climatização que poderiam ser integrados num *software* com os analisadores já existentes.

Deste modo a pessoa responsável pela Gestão da Energia terá os dados necessários para poder detetar ineficiências ao nível dos equipamentos, bem como atuar em tempo útil tendo em vista a eficiência energética da instalação e a consequente redução de custos.

O consumo de energia reativa deve ser também constantemente vigiado, devendo o fator de potência manter-se o mais próximo possível da unidade. Em 2013 verificou-se o pagamento de energia reativa consumida nas horas fora de vazio.

Deverá ser feita uma análise específica ao estado e funcionamento das baterias de condensadores, de modo a eliminar esta componente da fatura energética.

#### **4.12 Medidas de Utilização Racional de Energia (URE) já implementadas na Instalação**

Esta instalação comercial já tem implementado diversos equipamentos/sistemas que permitem um controlo otimizado dos mesmos.

De seguida, enumeram-se alguns dos sistemas existentes que permitem uma otimização dos consumos energéticos da instalação:

- Verificou-se que a instalação está dotada de baterias de condensadores para correção do fator de potência, no entanto verifica-se o pagamento ainda de uma pequena parcela da energia consumida nas horas fora de vazio;
- Utilização de balastros eletrónicos na maioria das luminárias fluorescentes tubulares e de lâmpadas do tipo LED em alguns expositores de frio;
- Utilização de estores nos expositores de frio, embora se tenha verificado a falta de alguns devido a avaria;
- Verificou-se a existência de variadores eletrónicos de velocidade em alguns motores de ventiladores e bombas de água;
- Utilização de portas de vidro nas ilhas de congelados e no mural do talho;
- Regulação de fluxo luminoso da iluminação fluorescente de teto da área de vendas em função da luminosidade exterior;
- Controlo automático dos equipamentos de climatização, quer ao nível da parametrização de temperaturas, quer nível de horários de funcionamento;
- Monitorização automática do funcionamento dos expositores, ilhas e murais de frio, bem como das câmaras frigoríficas. A central de frio está equipada com o sistema CRO (*Compressor Rack Optimization*), o qual permite o controlo da pressão de aspiração, bem como a condensação flutuante. Este sistema permite a variação do set-point de aspiração, de acordo com as necessidades atuais da instalação de frio. Em relação à condensação flutuante, verifica-se que este sistema permite a regulação da pressão de condensação em função da temperatura exterior.



### 4.13 Oportunidades de Redução de Consumo (ORC' s)

No decurso da auditoria, procedeu-se ao levantamento das condições de utilização da energia. A análise posterior dos dados obtidos permitiu identificar algumas oportunidades de aumento da eficiência energética e cujas propostas de correção se descrevem de seguida.

#### 4.13.1 Identificação das ORC' s

- **Medida 1:** Otimização do horário de funcionamento do *chiller*;
- **Medida 2:** Substituição de lâmpadas T8 por lâmpadas LED tubulares equivalentes;
- **Medida 3:** Substituição da iluminação de realce de IM 70W por tecnologia LED;
- **Medida 4:** Substituição da iluminação de IM do exterior e da zona da entrada por tecnologia LED;
- **Medida 5:** Otimização do horário de funcionamento da iluminação dos expositores;
- **Medida 6:** Otimização do horário de funcionamento da iluminação das gôndolas;
- **Medida 7:** Otimização do sistema de regulação e controlo da iluminação da área de vendas;
- **Medida 8:** Otimização do horário de funcionamento da iluminação exterior;
- **Medida 9:** Colocação de estores em falta nos expositores de conservação.

#### 4.13.2 Desenvolvimento das ORC' s

- **Medida 1:** Otimização do horário de funcionamento do *chiller*.

Pela análise das monitorizações elétricas e com base nos horários pré-definidos do sistema de gestão, verificou-se que o *chiller*, responsável pela produção de água fria/quente para a climatização dos escritórios, opera entre as 6h e as 20h. Propõe-se que o *chiller* tenha um

horário de funcionamento idêntico ao horário de utilização dos escritórios, o que significa que funcione entre as 9h e as 19h, de Segunda a Domingo.

A Tabela 45 apresenta o resumo da medida proposta, indicando as economias previstas.

**Tabela 45 Quadro resumo da Medida 1.**

<b>Economia</b>				<b>Investimento</b>	<b>Período de Retorno</b>
<b>[kWh]</b>	<b>[tep]</b>	<b>[ton CO<sub>2</sub>]</b>	<b>[€]</b>	<b>[€]</b>	<b>[anos]</b>
6.159	1,32	2,89	499 €	0 €	-

**Medida 2:** Substituição de lâmpadas T8 por lâmpadas LED tubulares equivalentes.

No supermercado existem lâmpadas fluorescentes tubulares T8 nas zonas de atendimento, em algumas estantes e na linha de caixas que permanecem ligadas durante a abertura da loja ao público. A iluminação das estantes está equipada com balastros ferromagnéticos, enquanto a restante iluminação tem balastros eletrónicos.

Nesta medida sugere-se a substituição destas lâmpadas fluorescentes T8 por lâmpadas tubulares LED (dado o seu regime de funcionamento), bem como das luminárias que estão sempre em funcionamento no parque de estacionamento inferior. A utilização de LED em iluminação permite uma redução significativa da potência absorvida (neste caso reduz-se a potência da lâmpada existente e eliminam-se as perdas nos balastros), já que esta tecnologia possui uma eficiência muito elevada. A equivalência de potência em relação às fluorescentes é a seguinte: 36W → 20W; 58W → 25W. Por outro lado, as lâmpadas LED apresentam tempos de vida muito superiores às outras tecnologias, podendo atingir as 50.000 horas.

As luminárias a substituir são as seguintes:

- Iluminação linha de caixas: 16 F1x58W;
- Iluminação das estantes: 58 F1x36W;
- Iluminação das zonas de atendimento: 6 F2x36W e 24 F2x58W;
- Iluminação do parque de estacionamento inferior: 20 F2x58W e 17 F1x58W.

Na Tabela 46 apresenta-se o resumo da implementação desta medida, indicando-se as economias estimadas e investimentos considerados.

**Tabela 46 Quadro resumo da Medida 2.**

Economia				Investimento	Período de Retorno
[kWh]	[tep]	[ton CO <sub>2</sub> ]	[€]	[€]	[anos]
22.022	4,73	10,35	2.233 €	4.927 €	2,2

- **Medida 3:** Substituição da iluminação de realce de IM 70W por tecnologia LED.

A iluminação das zonas de atendimento e da zona de frutas e legumes compreende projetores de iodetos metálicos de 70 W. Dado que atualmente existem outros tipos de projetores com tecnologia mais eficiente, recomenda-se a aplicação de projetores da *Philips*, modelo *Stylid Compact Power* de 42 W.

No total prevê-se a substituição de 50 projetores de iodetos metálicos localizados na área de vendas, cujo regime de funcionamento é de 13,5h por dia como se verifica na Tabela 47.

**Tabela 47 Quadro resumo da Medida 3.**

Economia				Investimento	Período de Retorno
[kWh]	[tep]	[ton CO <sub>2</sub> ]	[€]	[€]	[anos]
11.765	2,53	5,53	1.180 €	6.576 €	5,6

- **Medida 4:** Substituição da iluminação de IM do exterior e da zona da entrada por tecnologia LED.

No exterior, nas zonas de acesso ao parque de estacionamento e na entrada do edifício existem diversas luminárias com lâmpadas de iodetos metálicos de 70W. Dado que esta iluminação não é atualmente a mais eficiente, sugere-se a sua substituição por *Downlights* equipados com tecnologia LED, com uma potência unitária de 15W (fluxo luminoso 1400 lm). No total são 23 luminárias a substituir com um funcionamento médio de 4,5 h/dia.

Note-se que com esta alteração o fluxo luminoso diminuiu, dado que estas lâmpadas têm um valor inferior quando comparado com o sistema atualmente existente.

Na Tabela 48 apresenta-se o resumo desta medida, com a indicação da poupança energética expectável.

**Tabela 48 Quadro resumo da Medida 4.**

Economia				Investimento	Período de Retorno
[kWh]	[tep]	[ton CO <sub>2</sub> ]	[€]	[€]	[anos]
2.824	0,61	1,33	283 €	1.449 €	5,1 €

- **Medida 5:** Otimização do horário de funcionamento da iluminação dos expositores.

A iluminação existente nos diversos expositores de frio, congelados e conservação, é controlada de forma automática através do *Dixell*. Durante a auditoria verificou-se que o horário pré-definido era das 8h30 às 23h30 de 2<sup>a</sup> a Domingo. Dado que o horário de abertura da loja é das 8h30 às 22h, sugere-se que se otimize o horário de funcionamento da iluminação de forma que coincida com o período de abertura da loja ao público. Note-se que efetuou-se duas visitas à loja, uma após o fecho da loja e outra antes da abertura da mesma, tendo-se verificado que no caso dos murais de charcutaria e dos legumes esta iluminação era controlada manualmente pelos operadores, o que pode originar que a mesma permaneça ligada durante toda a noite.

Desta forma, com a otimização do horário de funcionamento da iluminação obtém-se a poupança energética indicada na Tabela 49.

**Tabela 49 Quadro resumo da Medida 5.**

Economia				Investimento	Período de Retorno
[kWh]	[tep]	[ton CO <sub>2</sub> ]	[€]	[€]	[anos]
1.735	0,37	0,82	141 €	0 €	-

- **Medida 6:** Otimização do horário de funcionamento da iluminação das gôndolas.

A iluminação existente nas gôndolas de alguns produtos (vinhos, livros e perfumaria) permanece sempre ligada de acordo com as medições realizadas na alimentação elétrica. A potência absorvida ronda os 2,5 kW. De forma a otimizar os consumos associados a este circuito (Corte parcial 4) sugere-se que este circuito seja controlado automaticamente através do sistema já existente (que já controla os restantes circuitos) segundo o seguinte horário: das 8h30 às 22h, ou caso exista alguma impossibilidade deverá ser instalado um interruptor horário para controlo automático destes circuitos.

Com a otimização do horário de funcionamento da iluminação das gôndolas obtém-se a poupança energética indicada na Tabela 50.

**Tabela 50 Quadro resumo da Medida 6.**

Economia				Investimento	Período de Retorno
[kWh]	[tep]	[ton CO <sub>2</sub> ]	[€]	[€]	[anos]
10.161	2,18	4,78	731 €	150 €	0,2

- **Medida 7:** Otimização do sistema de regulação e controlo da iluminação da área de vendas.

De acordo com a visita efetuada à loja verificou-se a possibilidade de otimizar o horário de funcionamento da iluminação de teto da área de vendas. Atualmente, a iluminação liga às 4h42, com regulação de fluxo a 21%, às 8h25 com regulação de fluxo a 36% e diminui o fluxo às 22h03 para 21% e às 23h06 desliga.

Este horário pode ser reduzido, ligando apenas às 5h e desligando às 22h45.

Através das monitorizações realizadas verificou-se a potência absorvida, nas diferentes situações de regulação de fluxo (21% e 36%), para o corte parcial 1, 2, 5, 6 e 7. Note-se que o corte parcial 5 apenas engloba uma fiada de iluminação fluorescente.

Assim, registaram-se os seguintes valores:

- Regulação de fluxo 21% - valor médio de potência absorvida corresponde a 37% da potência total.
- Regulação de fluxo 36% - valor médio de potência absorvida corresponde a 55% da potência total.

Durante o período de reposição deverá ser ajustado o nível de iluminação para 15% e, consequentemente, ajustada a potência absorvida pelos sistemas de iluminação para 25% da potência total.

Por outro lado, verificou-se que o controlo automático da regulação de fluxo em função da luz natural incidente na loja, não estava a funcionar de uma forma automática.

Dado a existência de diversos tubos solares, o nível de iluminação natural incidente é elevado, nos dias de elevada exposição solar.

Dada a potencialidade do sistema em otimizar os consumos efetivos de energia, recomenda-se que se controle automaticamente estes circuitos de iluminação em função da luz natural.

Nesta conformidade dever-se-á ativar o sistema existente, tendo-se calculado uma poupança energética, de acordo com os seguintes pressupostos:

- Aproximadamente 500 h/ano (verificado através do ficheiro climático *Solterm*) de aproveitamento da iluminação natural, permitindo reduzir o fluxo luminoso para valores próximos de 20%;
- Otimização da potência absorvida pelos circuitos de iluminação, tendo em conta o nível de iluminação pretendido na área de vendas.

Com a realização desta medida obtém-se a poupança energética indicada na Tabela 51.

**Tabela 51 Quadro resumo da Medida 7.**

<b>Economia</b>				<b>Investimento</b>	<b>Período de Retorno</b>
<b>[kWh]</b>	<b>[tep]</b>	<b>[ton CO<sub>2</sub>]</b>	<b>[€]</b>	<b>[€]</b>	<b>[anos]</b>
15.124	3,25	7,11	1.186 €	2.000 €	1,7

- **Medida 8:** Otimização do horário de funcionamento da iluminação exterior.

A iluminação exterior é controlada através de interruptor horário instalado no Q. galeria comercial. De acordo com as monitorizações efetuadas e a verificação no local, estes circuitos permanecem ligados até às 23h20.

De acordo com a visita efetuada à loja verificou-se que a segurança encerra as instalações às 23h, o mais tardar, pelo que a partir desta hora a iluminação exterior alimentada a partir deste quadro elétrico poderá ser desligada.

A potência absorvida diminui de 18 kW para 5 kW, pelo que a redução de potência é de 13 kW. Desta forma, tendo em conta a redução do horário proposta, verifica-se uma poupança de energia de 1.580 kWh/ano, conforme se pode verificar na Tabela 52.

**Tabela 52 Quadro resumo da Medida 8.**

Economia				Investimento	Período de Retorno
[kWh]	[tep]	[ton CO <sub>2</sub> ]	[€]	[€]	[anos]
1.582	0,34	0,74	137 €	0 €	-

- **Medida 9:** Colocação de estores em falta nos expositores de conservação.

Neste supermercado os expositores de conservação são dotados de estores, em grande parte dos módulos.

Durante a auditoria, verificou-se que em alguns expositores de conservação faltavam estores, mais concretamente 18. No capítulo da central de frio indicam-se numa tabela os estores em falta, para cada expositor.

Com vista, então, à diminuição das perdas térmicas durante o período em que a loja não se encontra aberta ao público, sugere-se a colocação de estores nos expositores em falta, de forma a permitir que estes possam ser fechados durante o período de encerramento da loja.

Note-se que é importante que se proceda sempre ao fecho dos mesmos, evitando assim consumos desnecessários.

Na Tabela 53 apresenta-se a poupança energética que se obtém com a aplicação desta medida.

**Tabela 53 Quadro resumo da Medida 9.**

<b>Economia</b>				<b>Investimento</b>	<b>Período de Retorno</b>
<b>[kWh]</b>	<b>[tep]</b>	<b>[ton CO<sub>2</sub>]</b>	<b>[€]</b>	<b>[€]</b>	<b>[anos]</b>
12.600	2,71	5,92	907 €	4.680 €	5,2 €

#### **4.14 Recomendações para Utilização Racional de energia (URE)**

Seguidamente apresentam-se algumas recomendações de eficiência energética que também deverão ser tidas em conta.

##### **4.14.1 Identificação de Recomendações URE**

- **Recomendação 1:** Instalar interruptores horários nos termoacumuladores;
- **Recomendação 2:** Avaliação do funcionamento da bateria de condensadores;
- **Recomendação 3:** Instalação portas nos muros de frio dos iogurtes;
- **Recomendação 4:** Instituição de um plano periódico para limpeza dos tubos solares;
- **Recomendação 5:** Ativar o sistema de controlo de iluminação exterior através de células fotoelétricas;
- **Recomendação 6:** Otimização do horário de funcionamento da iluminação fluorescente das zonas de atendimento;
- **Recomendação 7:** Substituir a iluminação fluorescente por iluminação do tipo LED tubular do mural do talho.



#### 4.14.2 Desenvolvimento das Recomendações URE

- **Recomendação 1:** Instalar interruptores horários nos termoacumuladores.

Através das medições efetuadas verificou-se a possibilidade de otimizar o funcionamento dos termoacumuladores através da instalação de interruptores horários, de forma a reduzir o custo energético associado aos mesmos. Sendo assim, o interruptor horário deveria desligar o termoacumulador no período de horas de ponta. Existem 3 termoacumuladores, Padaria, Venda Assistida e Balneários que deveriam ter este tipo de equipamento para controlo do horário de funcionamento. Note-se que no caso dos balneários, uma vez que a sua utilização é inferior deveria ter um controlo mais rigoroso de forma a que apenas funcione nas horas de vazio.

Paralelamente verificou-se que existe um sistema de recuperação de energia da central de frio, que não estava a funcionar. Caso se verifique que este sistema não prejudica o funcionamento da central de frio, mais propriamente o sistema de aspiração e condensação flutuante deverá ser ativado, permitindo assim a redução dos consumos energéticos afetos à AQS.

- **Recomendação 2:** Avaliação do funcionamento da bateria de condensadores.

Existe uma bateria de condensadores no QGBT com o objetivo de compensar o consumo de energia reativa pelos equipamentos indutivos. No entanto, verificou-se em 2013 o pagamento de energia reativa, mais propriamente 14.951 kvarh, o que equivaleu a 115 €.

Desta forma, recomenda-se que se avalie o funcionamento da bateria de condensadores de forma a evitar o pagamento desta parcela na fatura energética da empresa.

- **Recomendação 3:** Instalação de portas nos murais de iogurtes.

Com o objetivo de reduzir o consumo de energia inerente ao funcionamento dos murais de iogurtes, e consequentemente da central de frio, sugere-se que quando seja feita a remodelação dos móveis de frio se aplique murais com portas.

Com aplicação desta medida obter-se-á uma redução significativa do consumo, dado que estes expositores só serão abertos quando houver manuseamento dos produtos que aí se encontram expostos.

- **Recomendação 4:** Instituição de um plano periódico para limpeza dos tubos solares.

Durante a visita verificou-se que os tubos solares estavam sujos, o que prejudica a entrada de luz natural. Desta forma, recomenda-se que se implementem rotinas para limpeza periódica dos tubos solares de forma a melhorar a incidência solar na área de vendas.

- **Recomendação 5:** Ativar o sistema de controlo de iluminação exterior através de células fotoelétricas.

Atualmente, a iluminação exterior é controlada através de interruptor horário. No entanto, verificou-se que já existe instalado um sistema de controlo através de célula fotoelétrica, que estava desativado. Desta forma, com o objetivo de otimizar o funcionamento desta iluminação recomenda-se a ativação das células de forma a que os circuitos de iluminação liguem apenas quando anoitece e depois desliguem através dos interruptores horários já existentes.

**Recomendação 6:** Otimização do horário de funcionamento da iluminação fluorescente das zonas de atendimento

A fiada de iluminação fluorescente das zonas de atendimento Peixaria, Talho e *Take-away* é constituída por 21 armaduras de F2x58W. Esta iluminação é ligada às 6h e desliga às 22h45. Dado que no período de fecho da loja não há necessidade de esta iluminação permanecer ligada a 100%, sugere-se que no período das 6h às 8h30 e das 22h às 22h45, apenas permaneça ligada metade das lâmpadas.

Com a otimização do horário de funcionamento da iluminação fluorescente tubular das zonas de atendimento obtém-se uma poupança energética de 1.358 kWh/ano, equivalente a 100 €/ano.

- **Recomendação 7:** Substituir a iluminação fluorescente por iluminação do tipo LED tubular do mural do talho

O mural do talho é constituído por iluminação do tipo fluorescente tubular T8 de 36 W. Dado que já existem alguns expositores com tecnologia LED, recomenda-se a substituição destas lâmpadas por lâmpadas de 19W ou 20W, cuja eficiência é superior.

As lâmpadas LED apresentam uma vida útil muito superior às lâmpadas fluorescentes tubulares.

A substituição das lâmpadas fluorescentes por lâmpadas LED resulta numa poupança energética de 2.600 kWh/ano, o que se traduz em 260 €/ano. Note-se que esta recomendação deverá ser aprovada pelo departamento comercial.

## **4.15 Plano de Racionalização de Energia (PREn)**

### **4.15.1 Obrigatoriedade Legal do Plano**

O Plano de Racionalização do Consumo de Energia (PREn) a oito anos, elaborado para a instalação, dá cumprimento ao disposto no Decreto-Lei n.º 71/2008, de 15 de Abril, o qual regula o Sistema de Gestão dos Consumos Intensivos de Energia (SGCIE). Apesar do regime previsto no Decreto – Lei n.º 71/2008 não se aplicar à instalação auditada, uma vez que no ano civil imediatamente anterior teve consumos inferiores a 500 toneladas equivalentes de petróleo, esta instalação aderiu de forma voluntária ao SGCIE.

A elaboração deste plano de racionalização teve em conta os elementos constantes na Auditoria Energética à instalação comercial, realizada na mesma data, e que faz parte integrante deste processo de correspondência com os requisitos legais.

O PREn estabelece metas de redução relativas aos indicadores energéticos: Intensidades Energética, Consumo Específico de Energia e Intensidade Carbónica relativamente ao ano de referência.

As metas a atingir na redução dos indicadores da instalação são definidas de acordo com o previsto no artigo 7º, sendo, no caso desta instalação, as seguintes:

- No mínimo, uma melhoria de 4% da Intensidade Energética e do Consumo Específico de Energia.
- No mínimo, a manutenção dos valores históricos de Intensidade Carbónica.

#### 4.15.2 Ano de Referência

Foi considerado como ano de referência o ano de 2013. Este é o ano em relação ao qual foram registados e tratados os dados históricos constantes no Relatório de Auditoria Energética.

#### 4.15.3 Período a que se refere o Plano de Racionalização

Visto que os consumos anuais do ano de referência (2013) Tabela 54 se situaram abaixo dos 1.000 tep, o presente Plano de Racionalização prevê uma melhoria na eficiência energética num período de oito anos (2014 a 2021).

### 4.16 Indicadores Energéticos no Ano de Referência

Tabela 54 Indicadores Energéticos no ano de referência (2013).

Produto	Consumo de Energia	VAB	Produção	Emissões CO <sub>2</sub>	Intensidade Energética*	Consumo Específico*	Intensidade Carbónica
	[tep]	[€]	[m <sup>2</sup> ]	[ton CO <sub>2</sub> ]	[kgep/€VAB]	[kgep/m <sup>2</sup> ]	[ton CO <sub>2</sub> e/tep]
Área	241,8	2.568.302,0 €	2.046,0	528,5	0,094	118,2	2,186

### 4.17 Cálculo das Metas Mínimas nos Próximos 8 anos

Na Tabela 55, Tabela 56 e Tabela 57 apresentam-se as metas legais de redução dos Indicadores Energéticos a atingir no final do PREn, de acordo com Decreto-Lei n.º 71/2008.

#### 4.17.1 Intensidade Energética

Tabela 55 Meta de redução do indicador Intensidade Energética.

Produto	Ano de Referência			M=4%	
	Energia	VAB	Intensidade Energética	Redução de Intensidade Energética ao fim de 8 anos	Valor de Intensidad e Energética ao fim de 8 anos
	[tep/ano]	[€]	[kgep/€]	[kgep/€]	[kgep/€]
Área	241,8	2.568.302,0	0,094	0,004	0,090

### 4.17.2 Consumo Específico

Tabela 56 Meta de redução do indicador Consumo Específico.

Produto	Ano de Referência			M=4%	
	Energia	Produção	Consumo Específico	Redução de Consumo Específico ao fim de 8 anos	Valor de Consumo Específico ao fim de 8 anos
	[tep/ano]	[m2]	[kgep/m2]	[kgep/m2]	[kgep/m2]
Área	241,8	2.046	118,2	4,73	113,44

### 4.17.3 Intensidade Carbónica

Tabela 57 Meta de redução do indicador Intensidade Carbónica.

Produto	Ano de Referência			M=0%	
	Energia	Emissões CO <sub>2</sub>	Intensidade Carbónica	Redução de Intensidade Carbónica ao fim de 8 anos	Valor de Intensidade Carbónica ao fim de 8 anos
	[tep/ano]	[ton CO <sub>2</sub> ]	[ton CO <sub>2</sub> e/tep]	[ton CO <sub>2</sub> e/tep]	[ton CO <sub>2</sub> e/tep]
Área	241,8	528,5	2,186	0,000	2,186

## 4.18 Síntese global das ORC's a serem implementadas

Na Tabela 58 apresenta-se o resumo das medidas de eficiência energética sugeridas no Plano de Racionalização de Energia.

Tabela 58 Economias inerentes à implementação das ORC's.

Medida n.º	ORC´s	Poupanças Energéticas			Poupanças Económicas Anuais	Orçamento	Período de Retorno Simples
		Energia Eléctrica	Poupanças Energéticas Anuais				
		[kWh]	[tep]	[tonCO <sub>2</sub> ]			
1	Optimização do horário de funcionamento do chiller	6.158,9	1,3	2,9	499,0 €	- €	0
2	Substituição de lâmpadas T8 por lâmpadas LED tubulares equivalentes	22.022,5	4,7	10,4	2.233,3 €	4.926,7 €	2,2
3	Substituição da iluminação de realce de IM 70W por tecnologia LED	11.765,3	2,5	5,5	1.179,8 €	6.576,0 €	5,6
4	Substituição da iluminação de IM do exterior e da zona da entrada por tecnologia LED	2.824,0	0,6	1,3	283,2 €	1.449,0 €	5,1
5	Optimização do horário de funcionamento da iluminação dos expositores	1.734,9	0,4	0,8	140,6 €	- €	0,0
6	Optimização do horário de funcionamento da iluminação das gôndolas	10.161,1	2,2	4,8	731,3 €	150,0 €	0,2
7	Optimização do sistema de regulação e controlo da iluminação da área de vendas	15.123,7	3,3	7,1	1.186,5 €	2.000,0 €	1,7
8	Optimização do horário de funcionamento da iluminação exterior	1.581,7	0,3	0,7	137,2 €	- €	0,0
9	Colocação de estores em falta nos expositores de conservação	12.600,0	2,7	5,9	906,8 €	4.680,0 €	5,2
TOTAL		83.971,9	18,1	39,5	7.297,6 €	19.781,7 €	2,7

## 4.19 Cronograma de implementação das ORC's

O preenchimento da Tabela 59 depende da aprovação das medidas.

**Tabela 59 Cronograma de implementação das ORC's.**

Nº	MEDIDA	A N O																							
		2014				2015				2016				2017				2018				2019			
		1ºT	2ºT	3ºT	4ºT	1ºT	2ºT	3ºT	4ºT	1ºT	2ºT	3ºT	4ºT	1ºT	2ºT	3ºT	4ºT	1ºT	2ºT	3ºT	4ºT	1ºT	2ºT	3ºT	4ºT
1	Optimização do horário de funcionamento do chiller																								
2	Substituição de lâmpadas T8 por lâmpadas LED tubulares equivalentes																								
3	Substituição da iluminação de realce de IM 70W por tecnologia LED																								
4	Substituição da iluminação de IM do exterior e da zona da entrada por tecnologia LED																								
5	Optimização do horário de funcionamento da iluminação dos expositores																								
6	Optimização do horário de funcionamento da iluminação das gôndolas																								
7	Optimização do sistema de regulação e controlo da iluminação da área de vendas																								
8	Optimização do horário de funcionamento da iluminação exterior																								
9	Colocação de estores em falta nos expositores de conservação																								

Cumprindo-se o indicado no art.º 7.º do Decreto-Lei n.º 71/2008, as ORC's com período de retorno inferior ou igual a 3 anos deverão ser implementadas nos primeiros 3 anos do PREn, já que se trata de uma instalação com consumo energético inferior a 1.000 tep, no ano de referência.

## 4.20 Indicadores previstos após implementação das medidas nos 8 anos de vigência do PREn

O preenchimento da tabela seguinte depende da aprovação das medidas.

### 4.20.1 Consumo Específico

Apresenta-se a evolução anual do consumo energético e do indicador Consumo Específico previstos para o período 2014 – 2021, considerando as poupanças energéticas associadas às medidas sugeridas no PREn de acordo com o cronograma de implementação.

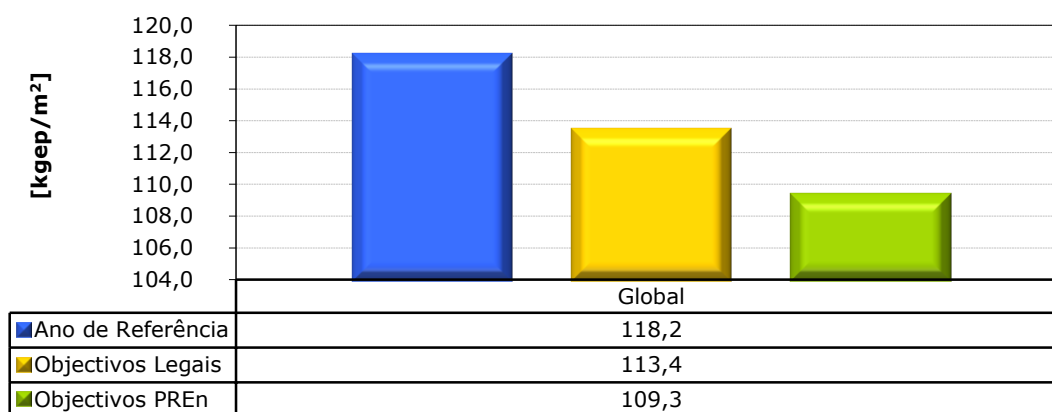
Considera-se constante a produção para os próximos 8 anos, de forma a quantificar a evolução do Consumo Específico, como se pode verificar na Tabela 60.

**Tabela 60 Evolução do indicador Consumo Específico.**

Produto	2014			2015			2016			2017		
	C <sub>1</sub>	P <sub>1</sub>	E <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	P <sub>2</sub>	E <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	P <sub>3</sub>	E <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	P <sub>4</sub>	E <sub>4</sub>
	[kgep/m²]	[m²]	[tep]	[kgep/m²]	[m²]	[tep]	[kgep/m²]	[m²]	[tep]	[kgep/m²]	[m²]	[tep]
Área	109,3	2.046	223,7	109,3	2.046	223,7	109,3	2.046	223,7	109,3	2.046	223,7

Produto	2018			2019			2020			2021		
	C <sub>5</sub>	P <sub>5</sub>	E <sub>5</sub>	C <sub>6</sub>	P <sub>6</sub>	E <sub>6</sub>	C <sub>7</sub>	P <sub>7</sub>	E <sub>7</sub>	C <sub>8</sub>	P <sub>8</sub>	E <sub>8</sub>
	[kgep/m²]	[m²]	[tep]	[kgep/m²]	[m²]	[tep]	[kgep/m²]	[m²]	[tep]	[kgep/m²]	[m²]	[tep]
Área	109,3	2.046	223,7	109,3	2.046	223,7	109,3	2.046	223,7	109,3	2.046	223,7



**Figura 66 Evolução do indicador Consumo Específico.**

Da análise da Figura 66 verifica-se que, após a implementação das medidas sugeridas no PREn, os requisitos legais referentes ao indicador Consumo Específico são cumpridos.

#### 4.20.2 Intensidade Energética

Apresenta-se na Tabela 61 a evolução anual do consumo energético e da Intensidade Energética previstos para o período 2014 – 2021, considerando as poupanças energéticas associadas às medidas sugeridas no PREn de acordo com o cronograma de implementação.

Considera-se constante o VAB para os próximos 8 anos, de forma a quantificar a evolução do indicador Intensidade Energética.

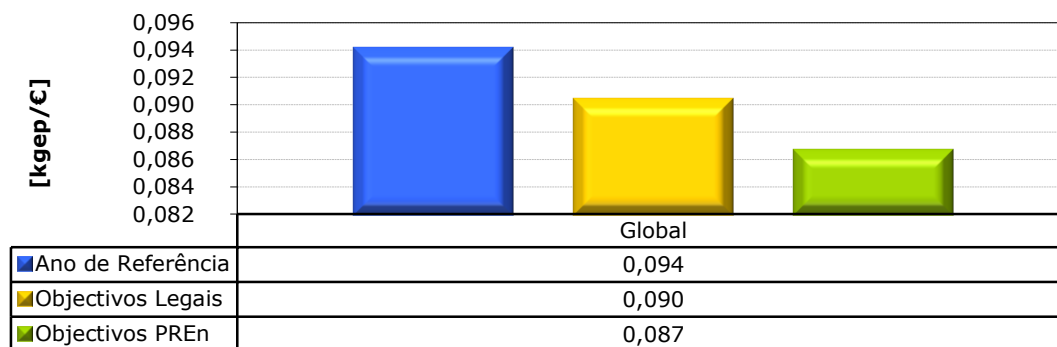
**Tabela 61 Evolução do indicador Intensidade Energética.**

Produto	2014			2015			2016			2017		
	IE <sub>1</sub>	VAB	E <sub>1</sub>	IE <sub>2</sub>	VAB	E <sub>2</sub>	IE <sub>3</sub>	VAB	E <sub>3</sub>	IE <sub>4</sub>	VAB	E <sub>4</sub>
	[kgep/C]	[C]	[tep]	[kgep/C]	[C]	[tep]	[kgep/C]	[C]	[tep]	[kgep/C]	[C]	[tep]
Área	0,087	2.568.302	223,7	0,087	2.568.302	223,7	0,087	2.568.302	223,7	0,087	2.568.302	223,7

Produto	2018			2019			2020			2021		
	IE <sub>5</sub>	VAB	E <sub>5</sub>	IE <sub>6</sub>	VAB	E <sub>6</sub>	IE <sub>7</sub>	VAB	E <sub>7</sub>	IE <sub>8</sub>	VAB	E <sub>8</sub>
	[kgep/C]	[C]	[tep]	[kgep/C]	[C]	[tep]	[kgep/C]	[C]	[tep]	[kgep/C]	[C]	[tep]
Área	0,087	2.568.302	223,7	0,087	2.568.302	223,7	0,087	2.568.302	223,7	<b>0,087</b>	2.568.302	223,7

Na Figura 67 verifica-se que, após a implementação das medidas sugeridas no PREn, os requisitos legais referentes ao indicador Intensidade Energética são cumpridos.



**Figura 67** Evolução do indicador Intensidade Energética.

#### 4.20.3 Intensidade Carbónica

Apresenta-se na Tabela 62 a evolução anual do consumo energético e do indicador intensidade carbónica previstos para o período 2014 – 2021, tendo em conta as poupanças energéticas associada às medidas sugeridas no PREn de acordo com o cronograma de implementação.

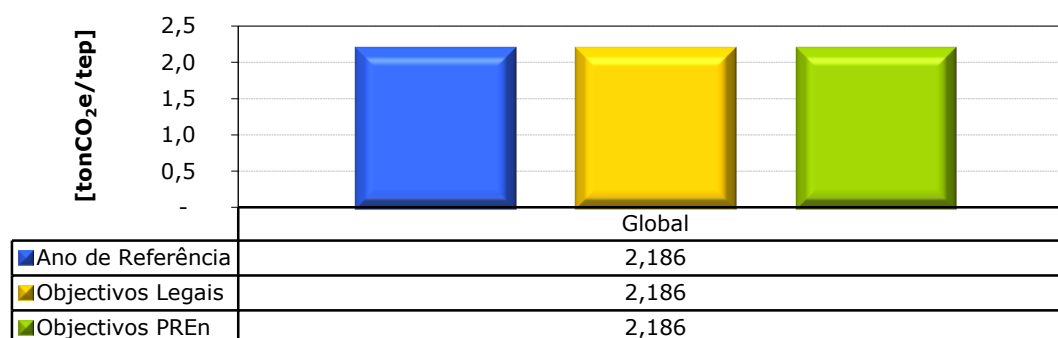
**Tabela 62** Evolução do indicador Intensidade Carbónica.

Produto	2014			2015			2016			2017		
	IC <sub>1</sub>	Emissões	E <sub>1</sub>	IC <sub>2</sub>	Emissões	E <sub>2</sub>	IC <sub>3</sub>	Emissões	E <sub>3</sub>	IC <sub>4</sub>	Emissões	E <sub>4</sub>
	[tonCO <sub>2</sub> /tep]	[tonCO <sub>2</sub> ]	[tep]	[tonCO <sub>2</sub> /tep]	[tonCO <sub>2</sub> ]	[tep]	[tonCO <sub>2</sub> /tep]	[tonCO <sub>2</sub> ]	[tep]	[tonCO <sub>2</sub> /tep]	[tonCO <sub>2</sub> ]	[tep]
Área	2,186	488,9	223,7	2,186	488,9	223,7	2,186	488,9	223,7	2,186	488,9	223,7

Produto	2018			2019			2020			2021		
	IC <sub>5</sub>	Emissões	E <sub>5</sub>	IC <sub>6</sub>	Emissões	E <sub>6</sub>	IC <sub>7</sub>	Emissões	E <sub>7</sub>	IC <sub>8</sub>	Emissões	E <sub>8</sub>
	[tonCO <sub>2</sub> /tep]	[tonCO <sub>2</sub> ]	[tep]	[tonCO <sub>2</sub> /tep]	[tonCO <sub>2</sub> ]	[tep]	[tonCO <sub>2</sub> /tep]	[tonCO <sub>2</sub> ]	[tep]	[tonCO <sub>2</sub> /tep]	[tonCO <sub>2</sub> ]	[tep]
Área	2,186	488,9	223,7	2,186	488,9	223,7	2,186	488,9	223,7	2,186	488,9	223,7

Na Figura 68 verifica-se que, após a implementação das medidas sugeridas no PREn, os requisitos legais referentes ao indicador Intensidade Carbónica são cumpridos.



**Figura 68** Evolução do indicador Intensidade Carbónica.



## 5. Conclusões

Ao longo desta dissertação foram sendo apresentadas as conclusões principais de cada capítulo. Nesta última secção é realizada uma síntese das principais conclusões da auditoria energética realizada e perspectiva dos futuros desenvolvimentos.

A Estratégia Nacional para a Energia foi determinante para a diminuição da dependência energética do país relativamente aos combustíveis fósseis devido à criação do PNAEE e respetiva aposta nas energias renováveis e na eficiência energética.

Prevê-se que até 2020 se consiga alcançar uma redução do consumo da energia final em cerca de 20 a 25%, onde parte desta poupança será no setor da indústria através do Sistema de Gestão dos Consumos Intensivos de Energia, regulamento que classifica como Consumidoras Intensivas de Energia as indústrias com um consumo anual superior aos 500 tep.

Nesse sentido, destaca-se a importância da realização da auditoria energética, permitindo desta forma otimizar os recursos energéticos da instalação, diminuindo os desperdícios existentes, conduzindo a uma redução dos consumos energéticos e a uma diminuição da fatura de energia elétrica.

A instalação comercial alvo desta auditoria energética registou no ano de referência 2013, um VAB de 2.568.302 € para uma produção constante de 2.046 m<sup>2</sup> o consumo energético foi de 1.124.512 kWh que correspondeu a 528,5 tonCO<sub>2</sub> e representou 241,8 tep, este consumo é inferior a 500 tep, contudo aderiu de forma voluntária ao Sistema de Gestão dos Consumos Intensivos de Energia, sendo obrigado a racionalizar o seu consumo de energia de acordo com as metas legais do Decreto - Lei n.º 71/2008, de 15 de Abril.

No ano de referência 2013 o valor da Intensidade Energética foi 0,094 kgep/€, o Consumo Específico de 118,2 kgep/m<sup>2</sup> e a Intensidade Carbónica de 2,186 tonCO<sub>2</sub>e/tep. Face aos consumos registados e às condições de operação da instalação comercial, foi possível adotar um conjunto de medidas que levou a uma possível poupança energética de 83.971,9 kWh, 18,1 tep e 39,5 tonCO<sub>2</sub>, alcançando-se uma poupança de 7.297,6 € com um investimento de 19.781,7 € e um Período de Retorno Simples de 2,7 anos.

Com a concretização das medidas propostas para a instalação comercial, atingir-se-ão os objetivos para 2021 com a redução dos indicadores Intensidade Energética 0,090 kgep/€, Consumo Específico de Energia 113,4 kgep/m<sup>2</sup> e Intensidade Carbónica 2,186 tonCO<sub>2</sub>e/tep, por forma a dar cumprimento à meta legal estabelecida no Sistema de Gestão dos consumos intensivos de energia (SGCIE).

Recomenda-se que se efetue uma nova avaliação após 2021, no sentido de verificar possíveis alterações na instalação/equipamentos instalados, bem como, a possibilidade de propor novas medidas.

## *Referências Documentais*

- [1] D. G. d. E. e. Geologia, “Caracterização Energética Nacional,” [Online]. Available: <http://www.dgeg.pt/> [Acedido em março de 2015].
- [2] “Resolução do Conselho de Ministros n.º 80/ 2008,” [Acedido em maio de 2015].
- [3] INE, “<https://www.ine.pt>” “Estatísticas do Ambiente 2012” [Acedido em março de 2015].
- [4] “Resolução do Conselho de Ministros n.º 29/ 2010,” [Acedido em março de 2015].
- [5] <http://www.apren.pt/> [Acedido em março de 2015].
- [6] “Recomendações para uma estratégia sustentável de eficiência energética e exploração de energias renováveis para Portugal” [http://www.inesctec.pt/SEE\\_JAN2012.pdf](http://www.inesctec.pt/SEE_JAN2012.pdf) [Acedido em maio de 2015].
- [7] “Resolução do Conselho de Ministros n.º 20/ 2013,” [Acedido em março de 2015].
- [8] “Eficiência energética na indústria” [Online]. Available: <http://www.voltimum.pt/artigos/eficiencia-energetica-na-industria> [Acedido em maio 2015].
- [9] “Decreto - Lei n.º 71/ 2008,” [Acedido em abril de 2015].
- [10] SGCIE, “Síntese de Aplicação” [Online]. Available: <http://www2.adene.pt/pt-pt/SubPortais/SGCIE/SGCIE/Sintese/Paginas/welcome.aspx> [Acedido em maio 2015].
- [11] “Apontamentos Professor Doutor Roque Brandão, 2014/2015” 2015.
- [12] “Credenciação de técnicos e entidades, Portaria n.º 519/2008, de 25 de Junho” 2008.
- [13] “Taxas ISP, Portaria n.º 1530/2008, de 29 de Dezembro” 2008.
- [14] “Fatores de conversão tep e intensidade carbónica, Despacho n.º 17313/2008, de 26 de Junho” 2008.
- [15] “Auditorias e PReN, Despacho n.º 17449/2008, de 27 de Junho” 2008.
- [16] “Cursos de Utilização Racional de Energia, ADENE” janeiro de 2004.
- [17] “Curso Auditorias Energéticas, ISQ” outubro de 2013.
- [18] “A importância e as fases de uma auditoria energética,” [Online]. Available: <http://www.portal-energia.com/a-importancia-e-fases-de-uma-auditoria-energetica/> [Acedido em maio 2015].
- [19] “Proteções individuais,” [Online]. Available: <http://www.manutan.pt/p-MIG364990/luvas-de-eletricista-classe-00.html?finalCatString=&viewSize=30> [Acedido em maio 2015].

- [20] “Proteções individuais,” [Online]. Available: <http://www.manutan.pt/p-MIG360640/luvas-criogenicas.html?finalCatString=&viewSize=30> [Acedido em maio 2015].
- [21] “Proteções individuais,” [Online]. Available: <http://www.manutan.pt/p-MIG361920/luvas-anticalor-100-c.html?finalCatString=&viewSize=30> [Acedido em maio 2015].
- [22] “Proteções individuais,” [Online]. Available: <http://www.manutan.pt/p-MIG1856011/capacete-uvicator.html?finalCatString=&viewSize=30> [Acedido em maio 2015].
- [23] “Proteções individuais,” [Online]. Available: <http://www.manutan.pt/p-MIG361714/protetor-antirruído-de-alta-visibilidade-optime-ii.html?finalCatString=&viewSize=30> [Acedido em maio 2015].
- [24] “Proteções individuais,” [Online]. Available: <http://www.manutan.pt/p-MIG361493/tampoes-auriculares-reutilizaveis-smartfit.html?finalCatString=&viewSize=30> [Acedido em maio 2015].
- [25] “Proteções individuais,” [Online]. Available: <http://www.manutan.pt/p-MIG360830/oculos-de-protecao-bolle-prism.html?finalCatString=&viewSize=30> [Acedido em maio 2015].
- [26] “Proteções individuais,” [Online]. Available: <http://www.manutan.pt/p-MIG364830/calcado-jump2-s3.html?finalCatString=&viewSize=30> [Acedido em maio 2015].
- [27] “Proteções individuais,” [Online]. Available: <http://www.manutan.pt/p-MIG455356/colete-reversivel-de-alta-visibilidade.html?finalCatString=&viewSize=30> [Acedido em maio 2015].
- [28] “Analizador de Gases” [Online]. Available: [http://www.lazodecontrol.com/web/\\_pdf/Productos\\_Nuevos/2%20Analizador%20de%20Combustion%20con%20impresora%20incorporada.pdf](http://www.lazodecontrol.com/web/_pdf/Productos_Nuevos/2%20Analizador%20de%20Combustion%20con%20impresora%20incorporada.pdf) [Acedido em maio 2015].
- [29] “Analizador de Energia” [Online]. Available: <http://www.test-meter.co.uk/chauvin-arnoux-pel103-power-energy-logger/> [Acedido em maio 2015].
- [30] “Caudalímetro” [Online]. Available: <http://www.flexim.com/us/fluxus-f608> [Acedido em maio 2015].
- [31] “Termo-higrómetro” [Online]. Available: <http://www.skilltec.com/laboratorio/datalogger-temperatura-umidade/skdl32-data-logger-de-temperatura-e-umidade-skilltec> [Acedido em maio 2015].
- [32] “Termómetro” [Online]. Available: <http://www.manutan.pt/p-MIG364485/termometro-a-laser-fi-622ti.html?finalCatString=&viewSize=30> [Acedido em maio 2015].
- [33] “Camara termográfica” [Online]. Available: <http://www.fluke.com/fluke/ptpt/home/default> [Acedido em maio 2015].

- [34] “Luxímetro” [Online]. Available: [http://www.ffonseca.com/produto.aspx?lang=pt&id\\_object=386246&name=Luxímetros---Testo-545-](http://www.ffonseca.com/produto.aspx?lang=pt&id_object=386246&name=Luxímetros---Testo-545-) [Acedido em maio 2015].
- [35] “Pinça Amperimétrica” [Online]. Available: <http://www.fluke.com/fluke/ptpt/verificadores-electricos/pincas-amperimetricas/fluke-a3000-fc.htm?PID=78518> [Acedido em maio 2015].
- [36] “Modelo de estrutura para o relatório da auditoria energética,” [Online]. Available: <http://www.portal-energia.com/exemplo-modelo-de-estrutura-para-relatorio-de-auditoria-energetica> [Acedido em maio 2015].